ALÞÝÐURIT BÓKMENTAFÉLAGSINS
FYRSTA BÓK

F. KÖLPIN RAVN:

ÆTTGENGI
OG
KYNBÆTUR

KAUPMANNAHÖFN 1905
HIÐ ÍSLENZKA BÓKMENTAFÉLAG
PRENTAÐ HJÁ S. L. MÖLLER

Biol. Gen.

F. KØLPIN RAVN

ÆTTGENGI
OG
KYNBÆTUR

ÞÝTT HEFUR

HELGI JÓNSSON

69028
5/4/06

HIÐ ÍSLENZKA BÓKMENTAFÉLAG
KAUPMANNAHÖFN
1905

PRENTAÐ HJÁ S. L. MÖLLER.

I.

Inngangur. Kynlaus og kynjuð æxlun.

Alt það er lífsanda dregur, kemur oss fyrir sjónir í náttúrunni sem óendanlegar raðir af einstökum verum eða einstaklingum. Sérhver maður, dýr og planta er ein heild út af fyrir sig, glögt aðskilin bæði frá umheiminum og öðrum einstaklingum. Það sem á við hinar lifandi verur, er svo eru stórar, að hver og einn getur athugað þær, á sér og stað meðal þeirra vera, er svo eru smágjörvar, að þær má ekki greina berum augum. Hið sama lögmál á þannig jafnt við hinar stærstu verur sem hinar allraminstu, er vér með sjónaukum og þekkingu vorra tíma erum færir um að skynja.

Athugum vér örlög einstaklinganna, sjáum vér, að aldur þeirra er takmarkaður. Sumir lifa í þúsundir ára, eins og t. a. m. hin stóru furutré í Kalíforníu, aðrir lifa aðeins fáa daga eða nokkrar klukkustundir, t. d. ýmsar lægri plöntur og dýr.

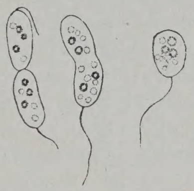
Hvort sem aldur einstaklinganna er skemri eða lengri, hafa þeir þó venjulega áður en þeir deyja getið sér afkvæmi, nýja einstaklinga, sem koma í þeirra stað, er æfinni er lokið. Af þessu leiðir, að alt það, sem lífsanda dregur, heldur stöðugt áfram að vera til, og hinar mörgu tegundir dýra og plantna deyja ekki út, þótt hvert einstakt dýr og planta hafi afmarkaða æfi.

Berum vér hina ýmsu einstaklinga saman, sjáum vér, að þeir geta líkst hver öðrum í sumu, en verið ólíkir í öðru. Hið sama á sér og stað hvað einstakling og afkvæmi hans snertir. Öllum er kunnugt, að börn geta líkst foreldrum sínum í sumum eiginleikum, en verið þeim ólík í öðrum. Að því er hið fyrtalda snertir, er svo að orði komist, að eiginleikar þeir, er um er að ræða, gangi í ætt frá foreldrunum til barnanna. Málefni þau, er snerta ættgengi eiginleikanna frá foreldri til afkvæmis, eru kölluð ættgengismálefni, og vísindagrein sú, er fæst við þau málefni, heitir ættgengisfræði. Ætlum vér oss að skýra nánar frá þessari vísindagrein í riti þessu. Ættgengisfræðin fæst ekki eingöngu við manninn, en fræðir oss líka um allar lifandi verur, jafnt dýr sem plöntur; hún leitast við að sýna fram á, hverju lögmáli sambandið milli eiginleika foreldris og afkvæmis er bundið, og að finna orsakir til þess, að eiginleikarnir eru stundum ættgengir, en stundum ekki; og ennfremur leitast hún við að leysa úr ýmsum öðrum spurningum, er lúta að þessum efnum.

Í þessum kafla bókarinnar ætlum vér oss að skýra nánar frá, hvernig afkvæmið verður til og hvernig það stendur í sambandi við foreldrið, því það er nauðsynlegur grundvöllur til að byggja frásögn vora á, og tökum vér það sem inngang.

Æxlun með óbrotnustu sniði á sér stað hjá gerlum, gersveppum og öðrum lágplöntum, og auk þess hjá hinum lægstu dýrategundum, blikdýrunum. Líkami þessara vera er ein fruma, og þær eru svo smávaxnar, að þær sjást aðeins í sjónauka. Á 1. mynd er sýnd ein af þessum smáverum, geriltegund nokkur, er hefst við í fúnu þangi við strendur Danmerkur.

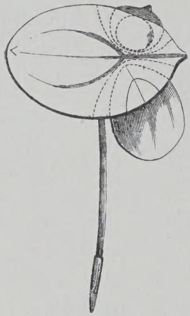
Til hægri handar á myndinni er fullþroska gerileinstaklingur, eins og hann sveimar í sjónum. Gerillinn er egglaga og hefur langa svifu, er hann syndir með. Myndin í miðið sýnir byrjun æxlunarinnar. Líkami gerilsins er orðinn lengri og farinn að mjókka um miðjuna; þverskoran um miðjuna verður dýpri og dýpri og að lokum verða mörkin glögg milli beggja hinna nýju gerla, eins og sýnilegt er vinstra megin á 1. mynd. Báðir gerlarnir hafa svifur; þeir losna svo hver frá öðrum og fara hver sína leið. Síðar geta báðir hinir nýju einstaklingar deilst, og afkvæmi þeirra heldur áfram að deilast o. s. frv. Þegar vel lætur, getur deiling átt sér stað hverja hálfa klukkustund, og hinn mesti aragrúi einstaklinga getur þannig orðið til á stuttum tíma.



1. mynd. Gerill liðast í tvent. Mjög mikið stækkað. (Warming).

Svipuð æxlun á sér og stað hjá ýmsum háplöntum. Sem dæmi þessa tökum vér jurt þá, er andafæða nefnist, og athugum hana nánar. Það sem vér köllum „andafæðu", er samsett af mörgum, örsmáum, grænum blöðkum, er fljóta á yfirborði vatns. Á neðri hlið blöðkunnar er löng rótartrefja. Tökum vér eina smáplöntu og látum hana í glas, sem fylt

er vatni, gefst oss að líta, að hún getur af sér nýja plöntu á fárra daga fresti. Verður það á þann hátt, að örlítill grænn brumknappur vex á hlið blöðkunnar; Knappurinn þroskast og nær skjótt sömu stærð og foreldrið, rótartrefjan kemur í ljós og einstaklingarnir losna hvor frá öðrum. Báðir hinir nýju einstaklingar geta æxlast á sama hátt. Vér getum þannig séð með berum augum þróunarferil, er líkist ferli gerilsins. Munurinn er aðallega sá, að líkami gerilsins er aðeins ein fruma, en andafæðujurtin er samsett af fjölda mörgum frumum. Andafæðujurtin æxlast á þann hátt, að frumuþyrping í ákveðnum stað á blöðkunni afmarkast og myndar brumknappinn, en hann er upphaf hinnar nýja plöntu og fær vöxt og viðgang á þann hátt, að tala frumanna vex stöðugt. Fyrsta upphaf hins nýja einstaklings er þannig frumudeiling í líkama foreldrisins, eins og upphaf hins nýja gerils var deiling foreldrisins.



2. mynd. Andafæðujurtin. Að neðanverðu hægra megin er ný planta að þróast. (Hegelmajer).

Þess konar æxlun heitir deilæxlun, og kveður mikið að henni hjá mörgum plöntum. Hjá jarðarberjum t. a. m. er deilæxlun tíð; hinir nýju einstaklingar vaxa á hinum löngu renglum og losna frá móðurplöntunni, er renglurnar visna. Það er og deilæxlunin, er orsakar skaðsemi hins svonefnda „rótarillgresis“; vallarþistillinn t. a. m. hefur fjölgreinóttar, láréttar skriðrætur, með brumknöppum, er verða að nýjum einstaklingum. Jarðstönglar folahófsins hafa svipaða þýðingu og rætur þistilsins. Kartöflujurtin æxlast á þann hátt, að jarðrenglurnar mynda knolla, sem

losna frá móðurplöntunni, er renglurnar visna. Að ári verða knollarnir að nýjum einstaklingum.

Í dýraríkinu kveður minna að deilæxluninni og hún kemur aðeins fyrir hjá lágdýrum. Tíðust er hún meðal ormanna og látum vér oss nægja að benda á bandormana.

Með tilraunum getum vér komist að svipaðri niðurstöðu. Margar plöntur eru þannig gerðar, að þótt þær séu hlutaðar smátt, getur hver smáhlutinn orðið að nýjum einstaklingi, séu þeir gróðursettir og fái hæfilega næringu og hirðingu. Smábútar af víðigreinum, rótarbrot af piparrót og blaðhlutar af begóníum eru notaðir til að æxla þessar tegundir. Sumar plöntur eru mjög deilanlegar, þannig hafa menn komist að raun um, að 1½ mm. þykkar sneiðar af rót piparrótarinnar geta framleitt nýjar plöntur. Svipuð dæmi þekkjum vér og úr dýraríkinu, þótt slíkt komi sjaldnar fyrir hjá dýrum. Dýr nokkur, er svipar til ánamaðka, má búta í ótal parta, og verður hver búturinn að nýju dýri. Það er og alkunnugt, að vatnapólýpinn má hluta smátt, og verður hver smáhlutinn að nýjum einstaklingi.

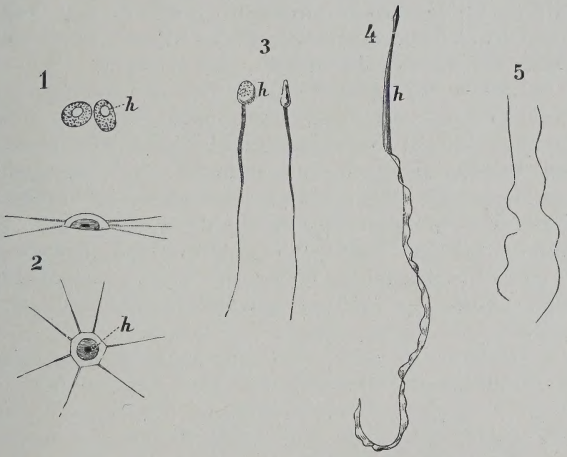
Það er sama hvers konar snið þessir æxlunarhættir hafa á sér, þeir líkjast þó hver öðrum að því, að afkvæmið myndast við deiling á líkama foreldrisins, — ein móðurvera er sér einhlít til að geta afkvæmi. Í þessu er falinn aðalmunurinn á hinni svokölluðu „kynlausu æxlun“ og „kynjuðu æxluninni“, er nú skal skýra frá.

Kynjaða æxlunin er með glöggustu sniði hjá mönnum og hádýrum. Hér höfum vér fyrir oss tvens konar verur, karlveru og kvennveru. Afkvæmi getur því aðeins myndast, að samræði hafi átt sér stað milli karlverunnar og kvennverunnar; þetta er áþreifanlega gagnstætt þeirri æxlun, er vér skýrðum frá hér á undan. Eins og eðlilegt er, hafa menn frá aldaöðli tekið eftir kynæxlaninni og íhugað hana

og oft hafa komið fram allskringilegar skoðanir um það efni.

Æxlun spendýranna kemur oss þannig fyrir sjónir, að oss virðist hún hafi þrjú höfuðstig: 1. stigið er, að dýrin eðla sig, þ. e. sæði karldýrsins kemst inn í getnaðarfæri kvenndýrsins. 2. stigið er að kvenndýrið verður þungað, þ. e. fóstrið þróast í getnaðarfærum þeim, er sæðið kom inn í, og 3. stigið er fæðingin, þ. e. hinn nýi einstaklingur losnar frá móðurinni og verður sjálfstæð vera. Það er ofureðlilegt, at þvílíkar athuganir veki þá skoðun, að kvenndýrið sé hreint og beint eins konar fóstra, er ali sæðisfrjóin. Þessi skoðun kemur t. a. m. greinilega í ljós í gömlum indverskum lögum. Þar stendur: „Konan svarar til akurmoldarinnar og karlmaðurinn svarar til frækornsins. Allar lifandi verur verða til af því, að frækornið hefur haft mök við moldina. Hvers konar fræi sem sáð er í góðu ári í vel hirtan akur, þá þróast fræið og verður að plöntu af sömu tegund. Jörðin er eflaust hin fyrsta móðir allra lifandi vera, en við þroskunina fær þó fræið enga eiginleika móðurinnar. Í jörðinni, í hinum ræktaða akri, þroskast hin ýmsu fræ, hvert eftir sínu eðli, og það er ómögulegt að önnur planta, en sú er sáð er til, spretti upp af fræinu.“ Hin sama skoðun kemur fram í málshætti Araba: „Hygg að því, að hryssan er einsog ílátið, sem því aðeins gefur þér gull, að þú látir gull í það, en fyllirðu það með sora, færðu aðeins sora úr því aftur.“ Þvílíkar skoðanir voru lengi ríkjandi meðal vísindamanna og fengu ennþá meiri vöxt og viðgang, er Hollendingur nokkur, Leeuvenhoek að nafni, rannsakaði sæðisvökvann í sjónauka (árið 1677). Hann sá, að sæðið var fult af örsmáum, síkvikandi verum. Við frekari rannsókn komust menn að raun um, að þess konar „sæðisverur“ fundust hjá öllum þroskuðum karldýrum og höfðu sérstaka lögun hjá ýmsum dýrategundum (sjá 3. mynd).

Hjá mörgum dýrum skiftist frjóið („sæðisveran") í hér um bil egglaga „höfuð", og þvenglaga „rófu", sem það syndir með í vökvanum. Mönnum virtist það svo sem auðsætt, að þessar smáverur, „sæðisverurnar" eða „sæðisdýrin", væru hinn fyrsti vísir til hins nýja líkama, er af þeim myndaðist, er þau voru komin inn í kynfæri kvenndýrsins. Sumir vísindamenn þóttust jafnvel geta greint höfuð, bol



3. mynd. Frjó ýmsra dýra, 1 krabbadýrsfrjó, 2 krabbafrjó, 3 mannsfrjó, 4 salamöndrufrjó, 5 bjöllufrjó; h: höfuðið (kjarninn). Mjög mikið stækkað. (Boas).

og fætur í frjóhöfðinu, og eftir því átti frjóið að vera örsmá eftirlíking hins fullorðna dýrs; en brátt komust menn að raun um, að þetta hafði ekki annað en fljótfærnislega athugan við að styðjast.

Um þessar mundir (árið 1672) fann Hollendingur einn, Graaf að nafni, „eggin" í getnaðarfærum kvenndýra spendýraflokksins. Menn hugðu að

þessi „egg“ svöruðu til fuglseggjanna og væru vísir til nýrra einstaklinga. Margir hugðu í þá daga, að sæðið væri nálega gagnlaust og hefði aðeins í sér fólgið eins konar efni, er örvaði eggjavöxtinn. Menn álitu, að frjóin hefðu ekki neitt eigið hlutverk, og sumir héldu jafnvel, að þau væru nokkurs konar sníkjudýr.

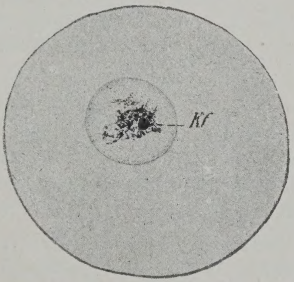
Báðar þessar skoðanir höfðu sína áhangendur, og þær voru varðar með mestu þrákelkni af beggja hálfu. Til stuðnings skoðunum þessum var bent á ýmislegt, er snerti ættgengi. Að afkvæmið stundum líkist föðurnum átakanlega, tóku menn sem vott þess, að sæðið væri afkvæmisvísir. Hinsvegar líkist afkvæmið stundum mest móðurinni, og bentu menn á það til stuðnings hinni gagnstæðu skoðun, sem kendi, að eggin væru mynduð af líkama móðurinnar; eftir því að dæma lá næst, að skoða afkvæmið sem beinlínis áframhald af móðurinni. En stundum kippir afkvæminu greinilega í kyn til beggja foreldranna; þetta gat hvorugur málspartanna skilið, og komust þeir því í standandi vandræði.

Orsökin til þess, að menn gátu ekki skilið kynæxlunina til fulls, var sú, að menn einblíndu ofmjög á æxlun spendýranna, en hjá þeim er ekki mögulegt að athuga hin fyrstu þroskastig fóstursins, því það er fólgið í móðurkviði. En það er mergurinn málsins, að rannsaka hin fyrstu þroskastig fóstursins.

Úrslit þessa máls voru því komin undir rannsókn á öðrum dýrategundum og sérstaklega þess kyns dýrum, sem ekki þroska fóstrið í móðurkviði. Þess konar dýr eru t. a. m. fiskar, froskar og körtur; kvenndýrið gýtur hrognunum (þ. e. eggjum). Að gotinu loknu eða meðan á því stendur ýrir karldýrið sæðinu (svil fiskanna) yfir hrognin. Þessi athugan var ævagömul og á henni bygði Þjóðverjinn

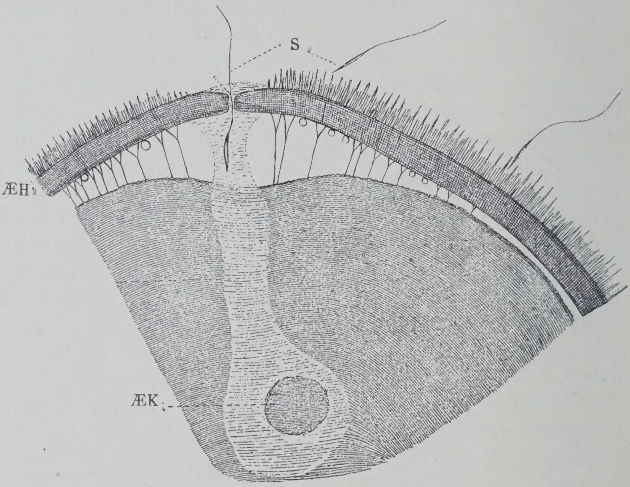
Jakobi um miðbik 18. aldar fiskiklakið. Aðalatriði þess er klakfrjóvgunin. Menn safna hrognum og svilum laxins hverju útaf fyrir sig og blanda svo öllu saman; því næst taka hrognin að vaxa og verða að seiðum, en seiðin verða að laxi. Í lok 18. aldar og í byrjun hinnar 19. aldar tók hinn frægi ítalski líffræðingur, Spallanzani, og margir aðrir vísindamenn, málefni þetta til vísindalegrar rannsóknar, og gjörði margar tilraunir með klakfrjóvgun hjá froskum, fiskum og mörgum öðrum dýrum. Sú varð raunin á, að hvorki eggin né sæðið gat þroskast af sjálfu sér. Væru frjóin síuð frá sæðinu með þéttri síu, var sæðisvökvinn ekki fær um að frjóvga eggin, og sama varð raunin á, ef frjóin voru dauð. Það er með öðrum orðum: það eru frjóin, en ekki sæðisvökvinn, sem alt er undir komið. Aðalatriðið er því, að frjóið sameinist egginu; er það nefnt frjóvgun og er hún sams konar hjá öllum dýrum. En það er einkennilegt fyrir spendýr og aðrar dýrategundir, er samræði hafa, að frjóvgunin á sér stað í móðurlífi. Hlutverk samræðisins er að koma sæðinu inn í kvenndýrið, til eggjanna.

Nú munum vér að nokkru skýra frá, hvers konar áhrifum eggið verður fyrir við frjóvgunina. En þá liggur fyrst hendi næst að athuga, hvernig eggið er skapað, og því næst að athuga frjóvgunina og þróun eggjanna í sjónauka. Fullþroska egg eru misjöfn að stærð hjá hinum ýmsu dýrategundum. Fuglaeggin eru stærst; fiskaeggin



4. mynd. Konuegg, mjög mikið stækkað. (Sobotta).

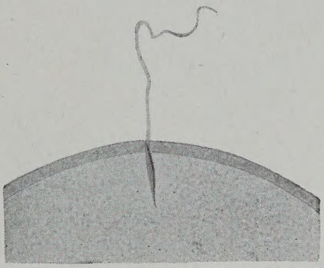
(hrognin) eru miklu minni, oft ekki stærri en mustarðsfræ. Spendýraeggin eru svo stór, að þau má greina berum augum. Hjá hinum öðrum dýrategundum eru eggin ennþá minni. Eggið er aðeins ein fruma, hin svokallaða eggfruma. Eins og sjá má á 4. mynd, er eggfruman mynduð af eins konar slímþykni, lífberanum eða frym i n u *(protoplasma)*; í því liggur frumukjarninn (*Kf* á myndinni), og er



5. mynd. Fiskafrjóið kemst inn í eggið (hrognið). Mjög mikið stækkað. (Calberla)

hann örsmár og sem kúla að lögun. Utanum frymið er gagnsæ himna, egghimnan eða egghýðið. Sem alþekt dæmi má nefna hænueggið; rauðan í því er eggfruman, og má svo að orði kveða, að hún sé risavaxin að stærð Hvítan er ekki annað en fóður handa unganum, meðan hann er í egginu. Sé fullþroska egg t. a. m. fiskihrogn lagt fyrir sjónaukann og sæði hleypt til, gefur oss á að líta svipað fyrir-

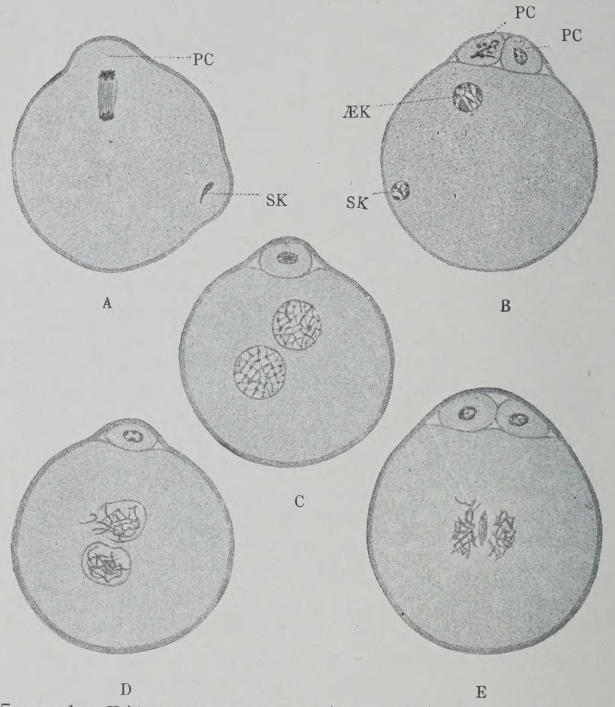
bæri og það sem myndin sýnir (5. mynd). 5. mynd sýnir nokkurn hluta eggfrumunnar; kjarninn er merktur með *ÆK* og egghýðið með *ÆH*. Frjóin þyrpast utan um eggið og leitast við að komast inn í það, en það hepnast aðeins einu. Efst á myndinni sést frjó á leiðinni inn um ofurlítið op í egghýðinu, þegar það er komið inn í eggið, lokast leiðin fyrir hinum frjóunum. Frjó það, sem inn hefur komist, missir skjótt „rófuna“, og ryður sér braut gegn um frymið til eggkjarnans. Þannig eru hvervetna byrjunarstig frjóvgunarinnar, og það er aldrei meira en eitt frjó, er kemst inn í eggið. Stundum er örlítið op í egghýðinu, sem frjóið fer um (t. a. m. hjá fiskum, sjá 5. mynd), en oftast verður frjóið að bora sig gegn um egghýðið (sjá 6. mynd).



6. mynd. Músarfrjó borast inn í eggið. Mjög mikið stækkað. (Sobotta).

Þróunarstigin eftir frjóvgunina eru mikilvægust. Á 7. mynd er sýnt, hvernig þeim er háttað hjá músinni, og þau eru eins í öllum aðalatriðum hjá öðrum dýrum. Á 7. mynd, *A*, sjáum vér frjóhöfuðið (merkt með *SK*); það heldur enn þá sinni upprunalegu lögun, en „rófan“ er dottin af; eggfrumukjarninn er ekki fullþroska ennþá, en ofantil á myndinni nálægt þeim stað, er merktur er með *PC*, sjáum vér kjarnaskiftingu. Af þeim kjarna myndast eggkjarninn og hinar svo nefndu pólfrumur, er á hinum myndunum eru merktar með *PC*. Pólfrumurnar eru ekki til neins gagns hvað sjálfa frjóvgunina snertir. Á 7. mynd, *B*, sjáum vér eggkjarnann (merktan með *ÆK*), og neðar á sömu mynd vinstra megin frjóhöfuðið (merkt *SK*). Frjó-

höfuðið er orðið kúlulaga, og inni í því sjáum vér dökkleitar myndanir, kjarnateinana, með sams konar útliti og í eggkjarnanum (*ÆK*). Efni þessara myndana er kirni (þ. e. kjarnaefni) og er það einnig



7. mynd. Frjóvgun músareggsins (sjá textann). *PC:* pólfrumur, *SK:* frjókjarni, *ÆK:* eggkjarni. Mjög mikið stækkað. (Sobotta).

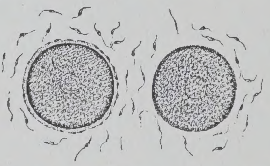
kallað litni, af því það tekur vel lit. Frjóhöfuðið líkist þannig að öllu frumukjarna. Ásamt ýmsu öðru, sem vér ekki höfum rúm til að skýra frá, bendir þetta á, að frjóið beri að skoða sem eina frumu,

og að frjóhöfuðið sé kjarninn („frjókjarninn“). Á 7. mynd, C, er hið næsta stig sýnt; frjókjarninn er orðinn hér um bil jafnstór og eggkjarninn og hefur nálgast hann allmjög. Báðir kjarnarnir hafa stækkað, litnið lítur út sem mjög smáriðið net, og það er vart mögulegt að gjöra nokkurn greinarmun á kjörnunum. Á 7. mynd, D, eru kjarnarnir ennþá líkari hver öðrum. Á mynd þessari er sýnt þróunarstig kjarnanna rétt á undan frjóvguninni; báðir kjarnarnir eru orðnir ummyndaðir; áður voru þeir afmarkaðir frá fryminu með glöggri himnu, kjarnhýðinu, en nú er himnan svo að segja horfin. Litnið hefur skifst í marga bogteina, sem lausir eru hver við annan. Tala bogteinanna er ávalt hin sama í hvorum kjarna fyrir sig. Á 7. mynd, E, er sýnt, að bogteinar beggja kjarnanna raða sér í tvo náliggjandi hópa, og mynda eins konar tvíkjarna. Báðir hinir sjálfstæðu kjarnar eru horfnir og hinn nýi kjarni skiftist aftur í tvo kjarna, þannig að hvor kjarninn inniheldur helminginn af kjarnateinum frjókjarnans og helminginn af kjarnateinum eggkjarnans. Með því er frjóvguninni lokið. Hinn nýi einstaklingur er getinn og hann fær vöxt og viðgang af stöðugum nýskiftingum frumanna. Vér sjáum þannig að frjóvgunin er náinn samruni kynfruma karl- og kvenndýrs eða sameining karl- og kvennfrumukjarnans. Vér sáum og að báðir kjarnarnir voru eins að þroska og útliti í frjóvgunaraugnablikinu; það er með öðrum orðum: föður- og móðurlíkaminn leggja jafnt til afkvæmisins.

Þá eigum vér loks eftir að skýra frá, í hvaða sambandi frjó og egg eru við þá einstaklinga, sem hafa myndað þau. Vér höfum þegar stuttlega getið þess, að fóstrið og hið unga dýr þroskast við stöðugar frumudeilingar; þannig skapast hin ýmsu líffæri svo sem hörundið, vöðvarnir, meltingarfærin, taugakerfið og auk þeirra þau líffæri (egglegin og eistun).

sem framleiða egg og frjó hjá fullorðnum dýrum. Egg og frjó myndast við deiling sérstakra fruma í þessum líffærum. Kynfrumurnar eru þannig afkvæmi karl- og kvenndýrsfrumanna. Hinn nýi einstaklingur skapast við samruna kynfrumanna, og ber þannig að skoðast sem áframhald beggja foreldranna, en ekki annars þeirra eins og gamla kenningin hljóðaði. Þýzkir vísindamenn, Hertwig, Fol, van Beneden o. fl. báru þessa skoðun fram í lok 19. aldar, og skýrir hún fyrir oss, hvernig því er varið, að afkvæmið getur líkst báðum foreldrum (sjá hér að framan bls. 10).

Því næst víkjum vér málinu til plantnanna. Hjá þeim er kynæxlunin með ýmsu sniði. Ýmsum lágplöntum svipar mjög til dýranna hvað kynæxlunina snertir, og hjá þeim finnast ósjálfhreyfa eggfrumur, er frjóvgast af síkvikum frjóum af sömu gerð og hjá dýrunum. Á 8. mynd er sýnd frjóvgun bóluþangsins. Eggfruman er stór og þyrpast frjóin utan um hana. En aðeins eitt frjó kemst inn í eggið og frjóvgar það, eins og hjá dýrunum.

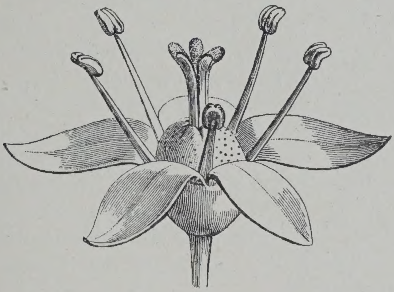


8. mynd. Frjóvgun bóluþangs. Mjög mikið stækkað. (Thuret).

Háplönturnar eða blómplönturnar, eru mjög einkennilegar í þessu efni. Það er venjulegast ómögulegt að finna hreinar, karl- eða kvennplöntur, og í fljótu bragði getur því svo virzt sem þroskun blóma og fræja geti öldungis ekki svarað til kynæxlunar dýranna. Sumt bendir þó á, að svo sé. Þannig vissu mentaþjóðir fornaldarinnar, að hvergi nærri allar plöntur döðlupálmans báru aldini; sumar báru aldini og voru því kallaðar kvennplöntur, aðrar báru frjóduft. Menn vissu og að kvennplönturnar gátu ekki borið ávöxt nema frævun hefði átt sér stað. Þessi athugan varð undirstaða fjölda tilrauna til að framleiða klakfrævun hjá ýmsum plöntutegundum.

Kring um 1700 gjörði Þjóðverjinn Camerarius og margir aðrir grasafræðingar þess konar tilraunir. Með tilraunum þessum komust menn að raun um, að það var ómissandi, að frjóduftið bærist á þá hluta blómsins, er mynda aldin, og menn sáu engin aldin myndast án þess að frævun hefði átt sér stað.

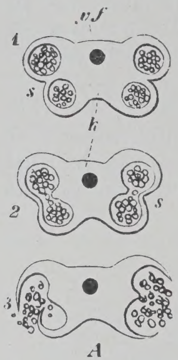
Að kynæxlun plantnanna venjulega virðist vera frábrugðin æxlun dýranna, stafar af því, að frjó og ávöxtur myndast á sama einstaklingi, og það hjá langflestum plöntum í sama blóminu, en þó hjá



9. mynd. Blóm af aralíu. (Kerner).

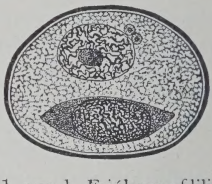
nokkrum sitt í hvoru blómi. Hvernig sem skipan kynfæranna er, verður frævun ávalt að eiga sér stað, til þess að aldini myndist, það er að segja: til þess að aldini myndist, verða tveir frábrugðnir hlutar plöntulíkamans að hafa sameinast. Þetta er auðvitað kynæxlun, sem líkja má við æxlun dýranna. Fyrst nú hin síðustu árin, hafa menn skilið til hlítar kynæxlun plantnanna. Þjóðverjinn Strasburger og franskur maður, Guignard að nafni, og margir aðrir hafa gjört margar mikilvægar athuganir í þessu efni, er bera með sér, að kynæxlun plantna líkist æxlun dýranna út í yztu æsar.

Áður en vér skýrum nánar frá frjóvgun háplantnanna, hljótum vér að geta hinna helztu atriða viðvíkjandi skapnaðarlagi blómsins. Á 9. mynd er sýnt tvíkynja blóm; neðst sjáum vér 5 kransstæð blöð, sem ekki koma æxluninni við. Þvínæst koma 5 fræflar, og er það hlutverk þeirra að mynda frjóduftið. Neðri hluti frævilsins er örmjór og heitir frjóþráður, en efri hlutinn, sem myndar frjóið, heitir f r j ó k n a p p u r, og skiftist hann í tvær tvírýmdar frjóhirzlur (frjórými) (sjá 10. mynd). Þegar frjóið er fullþroska, opnast frjórýmin og frjóið leikur lausum hala. Í sjónauka sjáum vér, að frjóduftið er samsett af aragrúa af kúlulaga frumum (sjá 11. mynd), sem eru nokkuð þykkveggjaðar og innihalda frymi og kjarna. Ofantil á 11. mynd sjáum vér kjarna frjókornsins, en neðan undir honum inni í fryminu k a r l f r u m u n a, er síðar skal getið.



10. mynd. Frjóknappar skornir þvers um. Lítið stækkað. (W a r m i n g).

Ofan við fræflana (sjá 9. mynd) er frævan, aldinvísirinn. Neðsti hluti frævunnar er hnúðlaga, og nefnist e g g l e g. Í eggleginu eru eitt eða fleiri legrými og í þeim eru frævísarnir, er síðar verða að fræjum. Upp úr eggleginu stendur s t í l l i n n sem mjór sívalningur. Efst á stílnum er f r æ n i ð og er það venjulega hært eða með vörtum.

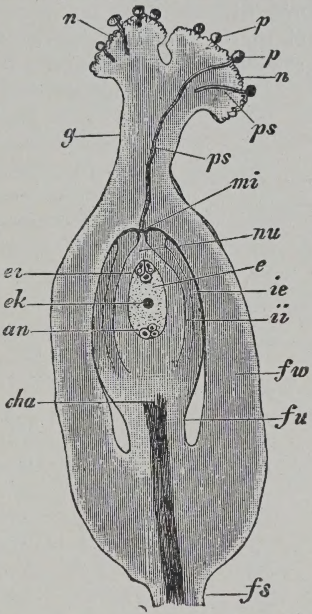


11. mynd Frjókorn af lilju. Neðst í því sést karlfruman. Mjög mikið stækkað. (G u i g n a r d).

Þess er fyr getið, að áður en egglegið ummyndast og verður að aldini, hlýtur frjóið að berast frá fræflunum yfir á frævuna eða

réttara sagt á frænið. Er það kallað frævun, eins og fyr er sagt. Hinar ýmsu plöntutegundir frævast með ýmsu móti. Hjá sumum tegundum leita skordýr hunangs í blómunum og bera þá frjóduftið blóm af blómi; aðrar plöntur hafa vindfrævun, þ. e. vindurinn ber frjóið á frænið.

Þá er frjókornið er komið á frænið, tekur það að vaxa (sjá 12. mynd). Í fyrstu kemur gúll fram á ákveðnum stað á frjókorninu. Gúllinn vex og verður að langri pípu, frjópípunni, sem ryður sér veg gegn um stílinn endilangan, fer svo inn í frjórýmið og kemst þar í samband við frævísana.

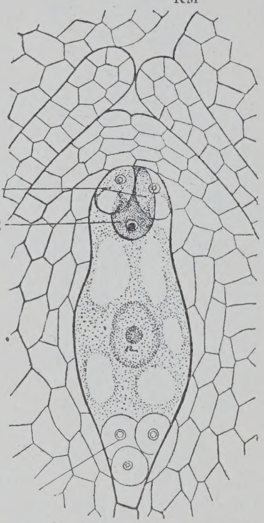


12. mynd. Fræva af blöðkujurt klofin að endilöngu. Örlítið stækkuð. *fs*: frævustilkur, *fw*: egglegshýðið, *ii*: innri himnan, *ie*: ytri himnan, *e*: kímsekkurinn, *ei*, *ek*, *an*: ýmsar frumur í kímsekknum, *mi*: frjóopið, *ps*: frjópípur, *g*: stíllinn, *n*: frænið, *p*: frjókorn, 8 að tölu, hjá sumum er frjópípan farin að vaxa, hjá sumum ekki. (Schimper).

Gagnstætt frjókornunum eru frævísarnir mjög margbrotnir að gerð. 12. og 13. mynd sýna að frævísarnir eru gjörðir af ekki óbrotnum frumuvef hið innra, og utan um lykja 2 himnur. Eru þær fastgrónar að neðanverðu, en falla svo þétt saman að ofan, að einungis örlítið op, frjóopið, verður milli þeirra. Hið innra er frævísirinn samsettur af mesta aragrúa af smáum frumum; í miðjunni eru þó

miklu stórvaxnari frumur, sem langmest ber á; þær mynda kímsekkinn. Vér munum nú sérstaklega snúa athygli voru að einni ákveðinni frumu í kímsekknum, nefnilega eggfrumunni, hinar flestar hverjar hafa ekki beinlínis áhrif á frjóvgunina.

Vér víkjum nú málinu aftur til frjópípnanna, er hafa rutt sér braut inn til frævísanna; þær fara inn um frjóopið, — þó aðeins ein í hvern vísi — og ryðja sér milli frumanna neðanvið opið inn að kímsekknum. Hýði kímsekksins er þunt og brestur í sundur, svo innihald frjópípunnar hefur greiða götu inn í hann.



13. mynd. Mímósu »egg« klofið að endilöngu. Mjög mikið stækkað. *KM:* frjóopið, *ÆC:* eggfruman. (Mangin).

Þess er áður getið, að auk kjarnans inniheldur frjókornsfrymið sérstaka frumu, karlfrumuna, sem þokast inn í frjópípuna ásamt kjarna frjókornsins. Meðan frjópípan er að vaxa og þokast gegn um stílinn, skiftist karlfruman í tvent, eins og 14. mynd ber með sér. Á myndinni er kjarni frjókornsins merktur með *K*, en karlfrumurnar hver um sig með *SC*. Karlfrumurnar eru þannig gerðar, að kjarninn er afarstór, en frymið utan um hann örþunt. Báðar karlfrumurnar þokast um hið áminsta op inn í kímsekkinn. Önnur þeirra þokast að eggfrumunni og sameinast henni, en hin fer alla leið til miðkjarnans og rennur saman við hann. Þá fyrst er frjóvguninni lokið. Það er afareinkennilegt fyrir háplönt-

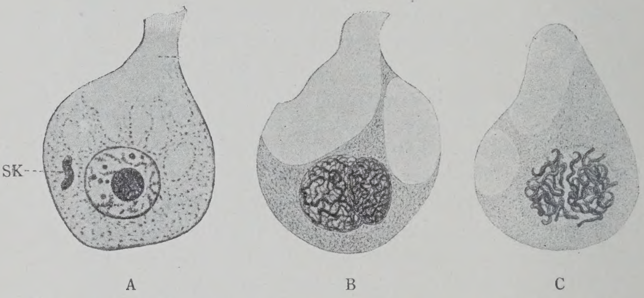
urnar, að frjóvgun þeirra er tvöföld. Kímið, eða plöntufóstrið, myndast þó einungis við frjóvgun eggfrumunnar. Af hinum frjóvgaða miðkjarna myndast aftur mjölríkur frumuvefur, fræhvítan, einskonar forðabúr handa kíminu í uppvextinum. Kímið neytir fræhvítunnar seint eða snemma og hún hefur ekkert annað gildi fyrir líf plöntunnar en að vera nesti handa fóstrinu.

14. mynd. Neðri endi frjópípunnar hjá lilju. Mjög mikið stækkað. *SC*: karlfrumurnar, *K*: kjarni frjókornsins. (Guignard).

Þá er eftir að skýra nánar frá hinum ýmsu stigum frjóvgunarinnar. Á 15. mynd, A, er eggfruman sýnd; bæði kjarninn og frymið sjást greinilega. Karlfruman er aðeins komin inn í eggið, en hún er þegar farin að breytast; hið þunna frymlag er horfið og kjarninn, karlkjarninn (*SK*), aðeins eftir. Þetta frjóvgunarskeið líkist að öllu því, er sýnt er á 7. mynd, A. Karlkjarninn þroskast á sama hátt og hjá dýrunum og litnið verður brátt netlaga. Smámsaman þokast karlkjarninn að eggkjarnanum og legst þétt upp að honum (15. mynd, B.). Kjarnhýðið eyðist og allir bogteinarnir liggja þannig lausir í frymi eggfrumunnar (15. mynd, C.). Þannig myndast tvíkjarni, er samsettur er af tveim jafnstórum og eins gerðum pörtum. Stafar annar helmingurinn frá karlkjarnanum, en hinn frá eggkjarnanum og inniheldur hvor þeirra jafnmarga kjarnateina. Eggið er nú frjóvgað. Tvíkjarninn deilist í tvo nýja kjarna, þannig að hvor kjarninn inniheldur bæði karlkyns og kvennkyns kjarnateina. Þar með er hinn nýi einstaklingur byrjaður að þróast. Séu hin 2 síðastnefndu frjóvgunarstig borin saman við 7. mynd C og E, kemur í ljós, hve afar-

líkur gangur frjóvgunarinnar er hjá jafnólíkum verum sem mús og lilju.

Vér höfum nú tekið fram hin helztu atriði í þessu efni, og munum vér því nánar bera kynæxlun plantnanna saman við æxlun dýranna. Karlfrumur plantnanna svara bersýnilega til frjóa dýranna; þótt mönnum hafi ekki tekist að finna svifur hjá karlfrumum plantnanna, virðast þær þó hreyfa sig sjálfar í kímsekknum, og ber sú hreyfing frekari vott um samræmi þeirra við frjó dýranna.



15. mynd. Frjóvgun háplantna, sjá textann. *A*, körfublóm; *B* og *C*, lilja. Mjög mikið stækkað. (Nawaschin og Guignard).

Innihald frjópípunnar svarar til sæðisvökvans. Að frjókornið berst á frænið og vex gegn um stílinn, svarar til samræðis dýranna. Hjá dýrunum myndast eggfrumur og frjó við frumudeilingar í vissum líffærum, egglegi og eistum. Hjá plöntunum á hið sama sér stað: eggfrumur og frjókorn myndast við frumudeilingar í frævísum og frjóknöppum.

Að því er snertir plöntur og dýr, sem kynæxlun hafa, er það algild regla: Að einstaklingarnir framleiða karllegar og kvennlegar æxlunarfrumur á þann hátt, að frumudeilingar eiga sér stað í líkamanum. Æxlunarfrumurnar geta ekki vaxið frekar

af sjálfs dáðum,[1]) en fá fyrst vöxt og viðgang eftir samruna hinnar karllegu og kvennlegu frumu, er hinir ýmsu partar beggja frumanna hafa blandast mjög ýtarlega saman. Þegar sameiningin á sér stað, eru báðir kjarnarnir eins að stærð og útliti; karl- og kvennverurnar leggja þannig jafnmikið til hins nýja einstaklings. Hjá öllum dýrum og plöntum, jafnt háum sem lágum, er hinn nýi einstaklingur í upphafi aðeins ein fruma, og hún er móðir hinna óteljandi fruma, er fullorðið dýr eða fullvaxin planta er samsett af.

Þess er áður getið, að afkvæmi, sem myndast við kynlausa æxlun, ber að skoða sem áframhald af foreldrinu (þ. e. einum einstaklingi). Að því er kynæxlunina snertir, getum vér komist svipað að orði, þó með þeirri mikilvægu breytingu, að afkvæmið er áframhald tveggja frábrugðinna einstaklinga, foreldra, eða hjá mörgum plöntum áframhald tveggja ólíkra hluta sama einstaklings.

---

[1]) Þó eru undantekningar frá þessu, því eggfrumur ýmsra skordýra, orma, krabbadýra og plantna (t. a. m. hjá maríustakk, ljónslappa, fífli o. fl.) geta þróast án frjóvgunar, og heitir það meygetnaður.

II.

Skyldleiki og sambandið milli skyldleika og getnaðar.

Þegar vér ræðum um skyldleika eða frændsemi meðal lifandi vera, hugsum vér oss ávalt fyrst og fremst sambandið milli þeirra einstaklinga, sem tengdir eru „blóðböndum“. Vér höfum skýrt frá því í kaflanum á undan, hvernig þessu sambandi er varið. Upphaf einstaklingsins er ein eða fleiri frumur, sem myndast við frumudeilingar í líkama foreldranna, hvort heldur er um að ræða kynæxlun eða kynlausa æxlun. Ættartölurnar eða ættskrárnar gefa oss glögt yfirlit yfir það skyldleikasamband, sem á sér stað milli barna, foreldra, afa og ömmu o. s. frv., eða milli foreldra, barna, barnabarna o. s. frv., og hinna ýmsu ættkvísla, er út af þeim myndast. Allmikið kveður og að skrásetning ætta viðvíkjandi nautgripa- og hestarækt, og nú eru menn einnig farnir að semja ættartölur ýmsra ræktaðra plantna. Ættartölur þessar eru afaráríðandi, því á þeim má sjá, hverja einstaklinga heppilegast er að velja til kynbóta alidýra vorra og ræktaðra plantna.

Þá er ræða er um hinar margs konar lífsverur, sem oss ber fyrir augu, lítur svo út sem orðið skyldleiki hafi aðra þýðingu. Vér komumst t. a. m. þannig að orði, að beykitrén séu miklu „skyldari“

hvort öðru en nokkurri annarri plöntutegund, og að beykiplönturnar skoðaðar sem heild séu „skyldari“ eikitrjánum en t. a. m. víði, ösp, linditré o. s. frv. Hér höfum vér engin söguleg skilríki og getum því ekki skráð sams konar ættartölur og þær, sem fyr er getið. Vér byggjum skoðun vora á „skyldleika“ beykis og eikar o. s. frv. á samanburði á eiginleikum þessara plantna. Öll beykitré líkjast hvert öðru mjög mikið t. a. m. að blaðlögun, blaðskipun, lögun greina og stofna, útliti blóma og aldina, og engin önnur plöntutegund ber á sér öll þessi einkenni. Séu eikitrén borin saman sín á milli, komumst vér að hinni sömu niðurstöðu. Þrátt fyrir það, hve ólík beykiplantan er eikiplöntunni, komumst vér þó að raun um, séu þær bornar saman, að ýms einkenni viðvíkjandi lögun og þroskun blómanna eru sameiginleg, og þau hin sömu einkenni hittum vér ekki hjá neinum öðrum plöntutegundum en þessum tveimur. Að vér komumst þannig að orði, að einstaklingar, sem líkjast hver öðrum að meira eða minna leyti, séu skyldir, svipar til þess, er vér segjum um tvo ókunna menn, mjög líka: „að þeir líkist svo mjög, að þeir hljóti að vera bræður.“

Það er þó ekki svo að skilja, að vér með öllu tölum í líkingum, er vér segjum að skyldleikasamband sé meðal hinna lifandi vera, sem oss ber fyrir augu. Þróunarkenningin staðhæfir, að hér sé um að ræða skyldleika í orðsins eiginlegu merkingu. Að beykitrén líkjast hvort öðru svo mjög, er skýrt þannig, að þau eigi öll kyn sitt að rekja til sömu forfeðra. Að eiki- og beykiplantan líkjast hvor annari, er sömuleiðis skýrt þannig, að þær séu af sama bergi brotnar. Það er ekki tilgangur vor að fara að rökstyðja þróunarkenninguna í bæklingi þessum, og vér látum oss því nægja, að halda því fram, að vér viðhöfum orðið skyldleiki í einni og sömu þýðingu, hvers konar lífsverur sem um er að ræða; sé

um nokkurn þýðingarmun að tala, er hann í raun og veru aðeins stigmunur. Náskyldastir eru þeir einstaklingar, er staðið geta á ættskrá; hinir, eins og t. a. m. beykitrén, sem raða má innan endimarka *tegundarinnar*, eru fjarskyldari; en ennþá fjarskyldari eru þeir einstaklingar, sem heyra undir ýms *kyn* o. s. frv.

Menn hafa fyr og síðar eigi verið á eitt sáttir um, hvernig beri að skilja önnur eins hugtök og *tegund*, *kyn* og hin önnur heiti þeirra flokka, sem menn hafa skipað hinum lifandi verum í, til þess að koma þeim í gott skipulag, svo að vér hefðum glögt yfirlit yfir þær. En það málefni látum vér ekki frekar til vor taka. Aðalatriðið er að hafa það hugfast, að þessi nöfn tákna ekki annað en nokkurs konar umgjörð, sem vér búum til og skipum einstaklingunum í, eftir því hvort þeir eru líkir að meira eða minna leyti. Einstaklingum þeim, er líkjast í mjög mörgu tilliti, skipum vér í „umgjörðina“ *tegund*; t. a. m.: öllum runnum með bragðsúrum, rauðum berjum í löngum klösum, með blöðum og blómum af ákveðinni gerð, án þyrna o. s. frv. skipum vér í eina deild: *ribs*. Öðrum runnum, sem hafa svört ber og kirtilhærð blöð, og innihalda lyktnæm og bragðnæm kryddefni, skipum vér í deildina *sólber*. Þá skipum vér og nokkuð svipuðum runnum, er hafa þyrna og stór ber í fáskipuðum klösum, í deildina *stikilsber*. Þessar þrjár deildir eru dæmi upp á tegundir. Þær líkjast allar þrjár mjög mikið með tilliti til blómsins (tölu bikarblaða, krónublaða, fræfla o. s. frv.) og er því skipað í yfirgripsmeiri deild: *kyn*. Hinum ýmsu kynjum er svo skipað í *ættir* o. s. frv. Samkvæmt því, sem vér þegar höfum tekið fram, er auðsætt, að þeir einstaklingar, er heyra undir sömu tegund, eru skyldari en hinir, sem heyra undir sama kyn, en eru annarrar tegundar; einstaklingar, sem heyra

undir sama kyn, eru og náskyldari en þeir, sem heyra til ýmsra kynja o. s. frv.

Um samband milli skyldleika og getnaðar getur auðvitað aðeins verið að ræða með tilliti til kynæxlunarinnar. Það getur nefnilega auðveldlega átt sér stað, að þeir einstaklingar, er samræði hafa, séu lítið eða mikið skyldir, og verkefni vort er að skýra frá, hver áhrif það hefur á þróun afkvæmisins.

Með rannsóknum, er að þessu lúta, hafa menn komist að raun um, að einstaklingar, sem eru svo ólíkir, að þeir teljast til frábrugðinna ætta, geta ekki átt afkvæmi saman. Vér komumst venjulegast að sömu niðurstöðu viðvíkjandi þeim einstaklingum, er teljast til frábrugðinna kynja og hafa mök saman; en einstaka sinnum myndast þó afkvæmi við mök slíkra einstaklinga, t. a. m. af rúg og hveiti og af vingli og rýgresi. Afkvæmi verulega ólíkra foreldra heitir *bastarður* eða kynblendingur, og kynblendingar rúgs og hveitis eða vinguls og rýgresis eru t. a. m. kallaðir *kynsbastarðar*. Sé skyldleiki foreldranna nánari, eða þannig, að þau teljist til sama kyns, en frábrugðinna tegunda, er bastarðgetning miklu tíðari, og eru þess konar kynblendingar kallaðir *tegundabastarðar*. Þess konar bastarðar myndast t. a. m. við víxlfrjóvgun hests og asna („múldýr“, „múlasni“), og auk þess meðal ýmsra hjarta-, fasana-, gæsa-, hænsa- og laxtegunda; í jurtaríkinu eru og þess konar bastarðar tíðir meðal tegunda af víði, undafífli, rós, brumberjum, fjólu, negul o. fl. Samkvæmt þessu lítur þannig út, sem vér getum markað af útvortis líki einstaklinganna, hvort þeir séu færir um bastarðgetnað, og að þeim einstaklingum, er líkjast mest, sé tamast að mynda bastarða. Þessu er og í raun og veru venjulegast þannig varið, en þó ekki ávalt; það hefur t. a. m. ennþá ekki tekist að víxlfrjóvga epla- og perutré. Athugum vér því næst þá einstaklinga,

sem heyra undir sömu tegund, verður sú raunin á, að þeir eru ávalt færir um að geta afkvæmi saman. Sambandinu milli skyldleika og getnaðar er því þannig varið, að karl- og kvennvera geta þvíaðeins átt afkvæmi saman, að ákveðinn skyldleiki sé með þeim.

Það liggur allnærri, að stíga feti framar og athuga, hvort skyldleikinn geti ekki verið ofmikill. Það er þannig alment álitið, að hjónaband meðal náskyldra manna sé óheppilegt að því leyti, að börnunum sé mjög hætt við ýmsum sjúkleikum, svo sem taugaveiklan, fábjánaskap, magnleysi og daufdymbi. Við nánari rannsókn hefur og sú raun orðið á, að þessir sjúkdómar hafa að vísu komið fram hjá börnum náskyldra foreldra og gengið í ættinni í marga liðu, en aftur eru þess og mörg dæmi, að börn náskyldra foreldra hafa aldrei fengið neinn þessara sjúkleika. Í sveit einni, Batz, í héraðinu Bretagne á Frakklandi, eru flest hjónabönd skyldmennagiftingar, og þannig hefur það verið langalengi. Sveitarbúar eru þó fríðir sýnum og ramlega vaxnir, og hinir fyrtöldu sjúkleikar hafa aldrei komið þar í sveit. Alidýraræktin ber þess og ljósan vott, að ættfrjóvgunin hefur ekki haft neina skaðsemd í för með sér. Margir hinna helztu kynunga (Race) hafa myndast við margendurtekna ættfrjóvgun, eins og t. a. m. hnýflótta kúakynið enska. Menn hafa jafnvel farið svo langt í kynbótatilraunum, að láta þess konar einstaklinga eiga afkvæmi saman, sem í mannfélaginu er harðbannað samræði, svo sem föður og dóttur, son og móður, bróður og systur. Viðvíkjandi þessu efni hafa þeir Crampes og Ritzema Bos gjört tilraunir með rottur, og komust þeir að raun um, að þrátt fyrir mjög gagngerða ættfrjóvgun í 18—20 liðu, var ekki auðið að sjá, að rotturnar hefðu veiklast eða bilast á nokkurn hátt.

Meðal plantnanna eru miklu meiri líkur til, að kynfrumurnar séu náskyldar, því allflestar háplöntur bera frævísi og frjókorn á sama einstaklingi. Hér getur því verið um tvent að ræða: annaðhvort að frjóduft berist úr fræflum í einu blómi á frævuna í öðru blómi á sama einstaklingi, eða frjóduftið berst frá fræflum á frævu í sama blómi (sjálffrævun). Þar höfum vér fyrir oss ættfrjóvgun á hæsta stigi eða sjálffrjóvgun. Hér að lútandi hefur Darwín öðrum fremur gjört tilraunir, og komst hann að raun um, að sjálffrævun væri oft skaðleg, því bæði yrðu fræin færri og lélegri en ella, og plönturnar, sem af þeim yxu, veigaminni. Plöntunum er einnig á margan veg aðdáanlega hagað, til að koma í veg fyrir sjálffrævun, og er það í hinu bezta samræmi við tilraunir Darwíns. Margar plöntur frjóvgast öldungis ekki, þótt sjálffrævun eigi sér stað, (t. a. m. rúgur, bókhveiti, rauðsmári, smári o. fl.). Það liggur næst að skoða sjálffrævunina sem nokkurs konar hjálp í viðlögum, er plönturnar grípi til, þegar aðfrævun bregzt.

Sú niðurstaða, sem Darwín komst að, á þó ekki við allar plöntur. Ýmsar plöntutegundir (t. a. m. ýmsar fjólutegundir, skógarsúra, aldinskellir, greiptönn, sóldögg o. fl.) hafa tvens konar blóm, stór og smá. Það ber langmest á stóru blómunum og þau frævast ávalt utan að (aðfrævun). Smáu blómin eru óálitleg og opnast ekki, og er sjálffrævun því óhjákvæmileg; frjókornin fara að spíra í frjóknappnum og frjópípurnar vaxa þaðan beinlínis yfir á frænið. Þrátt fyrir það mynda þessi blóm jafn þroskavænleg aldini, sem hin stóru blóm, og aldinin hafa í sér fjölda fræja. Loks þekkjum vér eigi allfáar plöntur með blómum, sem venjulegast frjóvga sig sjálf, svo sem bygg, hafra, ertur o. fl. Jurtir þessar hafa verið ræktaðar frá aldaöðli, og sjálffrævun hefur átt sér stað meðal þeirra ættlið eftir ætt-

lið í þúsundir ára, án þess að hafa í för með sér nokkra sýnilega veiklun. Þá skal ennfremur getið nokkurra tilrauna beinlínis viðvíkjandi þessu efni: Hoffmann t. a. m. komst að raun um, að þótt reykjurtin væri sjálffrævuð í 10 ættliði, hvern eftir annan, var engin veiklan sýnileg hjá afkvæminu.

Plöntunum er þannig varið á sama hátt og dýrunum í þessu efni, og það fer fjarri því, að veiklan eða ófrjósemi sé óhjákvæmileg afleiðing af ættfrjóvguninni. Veiklan sú, er kom í ljós við tilraunir Darwíns, var ekki á háu stigi, og hverfur þegar við fyrstu aðfrævun.

Frá almennu sjónarmiði virðist ættfrjóvgunin ekki standa hinni venjulegu frjóvgun að baki hvað getnaðarmátt snertir. Að vaxtargallar, veikindi eða önnur vanmet koma fram á afkvæmi náskyldra foreldra, orsakast ekki af ættfrjóvguninni í sjálfri sér, heldur af hinu, að annaðhvort eru foreldrarnir ekki heilbrigðir, eða kvillvísi er kynfylgja í ætt þeirra. Þegar svo er ástatt, leiðir af sjálfu sér, að afkvæmi náskyldra foreldra verða kvillvísari en afkvæmi óskyldra foreldra.

Þá höfum vér skýrt frá hinu helzta viðvíkjandi æxluninni, og snúum oss því næst að aðalefninu: ættgenginu. Það gæti átt vel við að byrja með því að bera saman hina kynlausu æxlun og kynæxlunina með tilliti til áhrifanna á afstöðu afkvæmis og foreldris, en rúmsins vegna verðum vér að sleppa því. Það er eitt hið helzta einkenni hinnar kynlausu æxlunar, að afkvæmið líkist foreldrinu afarmikið, og er það ofureðlilegt, því afkvæmið myndast á þann hátt, að einstaklingurinn skiftist í tvent. Það er því ekki kostur annarrar eins frábreytni, eins og þegar kynæxlun á sér stað og afkvæmið myndast við sameining tveggja frábrugðinna kynfruma. Að öðru leyti er hin kynlausa æxlun háð

svipuðum lögum og kynæxlunin með tilliti til ættgengis.

Vér miðum frásögn vora aðeins við kynæxlunina. Fyrst tökum vér hið óbrotnasta, og skýrum frá, hvernig ættgenginu er varið, þegar foreldrarnir eru verulega líkir og kynfrumurnar, er sameinast, því nokkurnveginn eins á sig komnar. Því næst leitumst vér við að leiða í ljós, hverju lögmáli ættgengið er háð, þegar foreldrarnir eru verulega ólíkir, það er að segja þegar afkvæmið er bastarður.

Við íhugan þessara mála, gjörum vér ávalt ráð fyrir, að einstaklingarnir eigi við sömu kjör að búa. Þetta er að vísu mjög sjaldgæft í náttúrinni og æfikjörin eru venjulegast afarbreytileg; það er því mjög mikilvægt atriði, að komast að raun um, hver áhrif breyting æfikjaranna hefur á ættgengið og hverjum lögum þau eru háð, og munum vér athuga það nánar í sérstöknm kafla síðar í bókinni.

III.

Ættgengisfar hjá afkvæmum verulega líkra foreldra.

Þess er fyr getið, að skipa má í deildir út af fyrir sig öllum þeim plöntu- og dýraeinstaklingum, sem eru sams konar í öllum aðalatriðum, og má kalla deildir þessar tegundir. Þegar einstaklingar innan sömu deildar (eða sömu tegundar) æxlast saman, er afkvæmið í líki foreldranna og helzt innan endimarka tegundarinnar. Afkvæmi stikilsberjaplöntunnar verða stikilsberjaplöntur og afkvæmi hestanna verða hestar.

Það kemur þó skjótt í ljós, og það jafnvel við lauslega athugan, að hinni umgetnu niðurskipan einstaklinganna er ábótavant. Vér þurfum ekki lengra að fara en athuga nánar plöntur þær, sem vér tókum sem dæmi t. a. m. stikilsberin og ribsið. Það er alkunnugt, að allir ribsrunnar eru ekki með rauðum berjum, því hjá sumum eru berin hvít, og sumar stikilsberjaplönturnar eru með óhærðum berjum, hjá öðrum eru berin hærð og auk þess getur berjaliturinn verið mismunandi. Þannig verður sú raunin á, að einstaklingum þeim, er vér höfum skipað í eina deild, má skipa í aðrar smærri deildir. Merguriun málsins er því að komast að raun um, hvort einkenni þau, er vér látum takmarka smádeildirnar,

eru ættgeng eða ekki, og þess vegna hljótum vér að athuga, hvort afkvæmi frábrugðinna foreldra er frábrugðið á sama hátt.

Það er því auðsætt, að vér hljótum að athuga sjálfan breytileikann, áður en vér skipum ættgengisfarinu. Vér hljótum því fyrst og fremst að athuga nákvæmlega, hverjum breytileik foreldrarnir eru undirorpnir. Það er venjulega auðvelt að sjá, að einstaklingarnir eru frábrugðnir hver öðrum, því þeir koma oss beinlínis öðruvísi fyrir sjónir við fyrsta viðlit. En hvers vegna þeir koma oss öðruvísi fyrir sjónir, er oss ekki auðið að lýsa í fljótu bragði. Vér hljótum því að sundurliða heildina, — þ. e. einstaklinginn eins og hann ber oss fyrir sjónir —, og komast að raun um, hvers konar einkenni skapa hverjum einstaklingi snið. Það er öldungis óhjákvæmilegt að sundurliða heildina þannig og komast að raun um, hvaða einkenni skapa sniðið, til þess að geta skilið ættgengisfarið. Hér að framan höfum vér lauslega drepið á, hvernig þess konar einkennum er varið; vér höfum þannig sýnt fram á, að mismunurinn á ribs, sólberjum og stikilsberjum var fólginn í mismunandi blómskipan, breytilegum berjasmekk og hvort þyrnar voru fyrir hendi eða ekki. Þetta eru því einkenni þessara plöntutegunda. Vér höfum einnig orðið þess áskynja, að einkennin eru ýmis konar eðlis. Sum eru sýnileg, en önnur greinast á bragði eða þef, er stafar af vissum efnum í kirtlum aldina eða blaða. Þess konar efni má og finna með efnafræðislegri rannsókn, og mætti því komast svo að orði, að slík einkenni væru „efnaleg“ *(kemisk)* eða efnaeinkenni; þau eru þó sömu lögum háð og hin, er vér getum beinlínis athugað með augunum. Vér getum efnaeinkennanna hér einkum af þeirri ástæðu, að það kveður oft mjög mikið að þeim hjá ýmsum alidýrum og ræktuðum plöntum (t. a. m. fitumagn mjólkur, þurefnismagn

rófna, holdgjafamagn byggs o. s. frv.). Með tilliti til alidýra og ræktaðra plantna, er það mjög mikilsvarðandi að sundurliða heildarkennið þannig í hin ýmsu einkenni, því það er áríðandi fyrir oss að komast að raun um, hverjir eiginleikar eru nytsamir og hverjir gagnlausir. Vér leggjum þá mesta áherzlu á hina nytsömu eiginleika, en þurfum ekki að láta hina til vor taka.

Við nákvæma rannsókn á einkennum ýmsra plöntutilbrigða hafa menn komist að raun um, að tegundirnar hafa mjög oft verið of yfirgripsmiklar. Þeim má því skifta í margar smærri deildir eða tegundir, sem að vísu aðgreinast með torsénum einkennum, svo sem hárafari, smámunum viðvíkjandi blaðlögun, kvíslan stöngla, skapnaði blóma o. s. frv. Grasafræðingum er því aðeins auðið að veita slíkum einkennum eftirtekt, að þeir séu þaulæfðir í þess konar rannsóknum. Hinum nýju deildum hafa verið valin ýms nöfn, og veljum vér eitt þeirra og köllum þær smátegundir.

Það hefði verið öldungis óþarft að geta þessa hér, ef ættgengisfar smátegundanna væri ekki að ýmsu athugavert. Sú verður nefnilega raunin á, að minsta kosti í plönturíkinu, að smátegundirnar eru mjög kynfastar, það er að segja: hver einstaklingur innan þessara örsmáu deilda eignast afkvæmi, sem ber sömu einkenni og foreldrarnir og fer því ekki út fyrir markalínu smátegundarinnar. Vér gjörum auðvitað ráð fyrir, að smátegundirnar séu ræktaðar þannig, að víxlfrjóvgun sé alveg útilokuð, því sé það ekki gjört, koma upp blendin tilbrigði með ættgengisfari, sem heyrir undir næsta kafla. Það er líka auðvitað sjálfsagt, að kjörin, sem einstaklingarnir vaxa upp við, verða að vera svo lík sem auðið er, svo vér getum með nokkurnveginn vissu vitað, að tilbreytnin sé ekki sprottin af mismunandi kjörum.

Á seinna hluta fyrri aldar hafa ýmsir rannsakað þetta efni, svo sem Jordan, Nägeli, de Bary, Wettstein, Raunkiær o. fl., og sýnt fram á, að smátegundir væri að finna hjá ýmsum plöntum, t. a. m. maríustakk, fjólu, vorperlu, undafífli, fífli,

16. mynd. Sex smátegundir af vorperlu; milli plantnanna sjást blóm fjögra smátegunda, stækkuð. (De Bary og Rosen).

draumsóley, augnfró, maríuvendi o. fl. Smátegundirnar eru stundum afarmargar innan sömu tegundar. Þannig má skifta vorperlunni í hér um bil 200 smátegundir. Á 16. mynd er sýnt, hvernig sumar þeirra líta út.

Við rannsóknir á aliplöntunum hafa menn komist að alveg sömu niðurstöðu. Á þessu sviði hefur Svíi nokkur, Hjálmar Nilsson og samverkamenn hans við græðistöðina við Svalöf, gjört víðtækar og ýtarlegar rannsóknir. Í fljótu bragði virðist oss jafnvel sem ekkert undir sólunni sé svo óbrotið sem hafra-, hveiti- eða kornakur, og það lítur svo út, sem allir einstaklingarnir séu steyptir í sama mótinu. Hjálmar Nilsson athugaði nákvæmlega ýms einkenni, svo sem hárafar agnanna, tölu korna í hverju smáaxi, skipan toppgreina hjá höfrunum, lit kornanna og margt annað, sem þaulæfður skoðari einn getur séð. Og sú varð raunin á, að gróðurinn var samsettur af frábrugðnum einstaklingum í hverjum einasta akri, og jafnvel einnig í þeim ökrum, er sánir voru fræi af kynbótastofnum, svo sem ferhliða hveiti og riddarabyggi. Aliplöntunum er því alveg eins varið í þessu efni, eins og villiplöntunum, er vér höfum þegar getið.

Hjálmar Nilsson hélt áfram ýtarlegum rannsóknum í þessu efni, og frá því um 1900 hefur hann gjört ýmsar tilraunir, er að því lúta. Hann tíndi hinar frábrugðnu plöntur og sáði fræjum hverrar plöntu út af fyrir sig. Þessa aðferð viðhafði Vilmorin fyrstur manna um 1850 og reyndist hún mætavel. Afkvæmi hverrar einstakrar plöntu reyndist mjög tilbreytingalaust. Afkvæmi hinna ýmsu frábrugðnu einstaklinga reyndust frábrugðin á sama hátt og foreldrið, og hélzt það óbreytt í marga ættliði. Gróðurinn á akrinum hefur því verið ósamkynja, það er að segja: hann hefur verið samsettur af einstaklingum, sem heyra til frábrugðinna deilda, líkt og hinar umgetnu smátegundir. Með aðferð Vilmorins getum vér þannig sundurliðað hið upprunalega plöntufélag í fjöldamarga beina ættleggi, en þannig kallar W. Johannsen einstaklinga þá, sem komnir eru af einum einstaklingi og aukast og margfaldast

við sjálffrjóvgun. (Hveiti, bygg og hafrar eru sjálffrævendur, eins og kunnugt er).

Hvort heldur vér rannsökum ræktaðar eða óræktaðar plöntur, komumst vér þannig að alveg sömu niðurstöðu: að til er aragrúi örsmárra deilda, smátegunda, sem eru sýnilega kynfastar, því allir einstaklingar innan hverrar deildar, og jafnvel einnig nokkuð frábrugðnir einstaklingar, eignast afkvæmi, sem bera á sér einkenni deildarinnar.

Hin síðustu árin hefur þessi skoðun eflst við annars konar rannsóknir.

Vér höfum hér að framan skipað einstaklingum í deildir eftir einkennum, er kalla má mismunandi eðlis, t. a. m. eftir því, hvort hár með ákveðinni lögun voru fyrir hendi eða ekki, eða eftir lögun krónublaða eða laufblaða. Ef vér á annað borð þekkjum einkennin, er auðvelt að sjá, hvort þau eru fyrir hendi eða ekki. Þegar þannig lokið er að skipa einstaklingunum í deildir, sem oss virðast vera samkynja, má þó, með því að rannsaka stærðarmun einkennanna, sýna fram á, að frekari tilbreytni á sér stað innan hverrar deildar. Fyr athuguðum vér eðlismun, en nú skoðum vér stigmun, og sú verður raunin á, að einstaklingarnir eru einnig mjög ólíkir að því er stigmuninn snertir. Það er hinn mesti kostur við þess konar rannsókn, að tákna má einkenni einstaklinganna með tölum, því hér er aðeins um stærð eða mergð að ræða, og á þann hátt fær ættgengisfræðin skýra og örugga undirstöðu. Það hefur þannig borið margfaldan ávöxt, einmitt að því er snertir ættgengisrannsóknir, að menn hafa fylgt kenningu Galilæi: „mæl alt, sem mælt verður og gjör mælanlegt, það sem ekki er það.“

Þess konar rannsóknir viðvíkjandi stigmun á einstaklingum hófust fyrst við athuganir á mönnum. Hagfræðingur einn í Belgíu, Quetelet að nafni, mældi þannig um miðbik síðustu aldar mannslíkam-

ann í ýmsu tilliti, t. a. m. hæðina, limastærð, lögun og stærð hauskúpunnar o. s. frv., og ákvað tilbreytni einstaklinganna með tilliti til þessara einkenna. Síðar hafa menn tekið upp aðferð Quetelets og rannsakað tilbreytnisfar fjöldamargra dýra og plantna. Englendingurinn Galton viðhafði þessa aðferð við ættgengisrannsóknir; hann kom á sérstöku rannsóknasniði, er lærisveinar hans fylgdu í sömu áttina.

Hvernig aðferð Quetelets eða mælingaaðferðinni er varið, er auðveldast að skýra með dæmum.

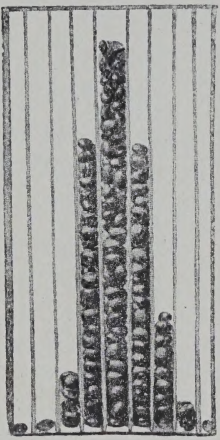
Vér byrjum þá á að athuga nánar prjálbaunahrúgu, sem öll stafar frá sama akri; baunirnar hafa því þroskast við nokkurnveginn svipuð kjör. Þær eru á að sjá mjög líkar að lögun, lit, stærð o. s. frv. En ef vér beinum athygli voru sérstaklega að einu einkenni, stærðinni, komumst vér skjótt að raun um, að einstaka baunir eru stórar eða litlar, en allur fjöldinn er af meðalstærð. Því næst mælum vér lengd hverrar baunar og skipum þeim í smáhrúgur eftir stærð, þannig að í einni hrúgunni eru 7,5—8,5 mm. langar baunir, í annarri þær, sem eru 8,5—9,5 mm. langar o. s. frv.; meðallengd baunanna í hverri hrúgunni er því að tiltölu 8 og 9 mm., og til hægðarauka köllum vér baunirnar 8 mm. og 9 mm. baunir, þó það sé ekki ávalt bókstafleglega rétt. Vér teljum því næst, hve margar 8 mm. baunir, hve margar 9 mm. baunir o. s. frv. eru fyrir hendi, og samkvæmt dæmi einu teknu frá De Vries, er hafði mælt 448 baunir, komumst vér að þessari niðurstöðu:

Meðallengd baunanna	8	9	10	11	*12*	13	14	15	16 mm.
Tala baunanna .	1	2	23	108	*167*	106	33	7	1

Í hinum ýmsu stærðarflokkum er tala einstaklinganna þannig mjög mismunandi. 12 mm. flokkurinn er langstærstur, 11 og 13 mm. flokkarnir eru

nokkru minni, en hér um bil jafnir sín á milli, hinir flokkarnir fara minkandi til beggja handa og 8 mm. og 16 mm. flokkarnir eru hvor um sig aðeins ein baun.

Þetta kemur oss ennþá glögglegar fyrir sjónir, ef vér t. a. m. fáum oss grunnan glerkassa, hólfum hann í 9 jafnstór rými og röðum baununum í þau eftir stærð, þannig að minstu baunirnar eru í fyrsta rými vinstramegin, í næsta rými þær, sem næstar eru að stærð, og svo koll af kolli. Á 17. mynd sést, að meðalbaunirnar eru langflestar og að talan fer hér um bil jafnt minkandi til beggja handa.



17. mynd. Prjálbaunir, raðað eftir lengd. (De Vries).

Snúum vér oss að öðrum einkennum, t. a. m. tölu jaðarkrónanna í körfum nautsaugans, reynist tilbreytnin jafnreglubundin. Ludwig taldi krónurnar í 1000 körfum og komst að þeirri niðurstöðu, er nú skal greina:

Tala jaðarkróna	7	8	9	10	11	12	*13*	14	15	16	17	18	19	20	21
Tala karfanna	1	6	3	25	46	141	*529*	129	47	30	15	12	8	6	2

Þessu er og svipað varið að því er þau einkenni snertir, er vér finnum við efnafræðislega rannsókn (t. a. m. sykurmagn eða þurefnismagn rófna, holdgjafamagn byggs, fitumagn mjólkur). Krarup hefur rannsakað fitumagn hafra og mælt það í ávexti hverrar einstakrar plöntu. Hann rannsakaði þannig

225 plöntur, er vaxið höfðu í sama jarðvegi hver við hliðina á annarri, og komst að þeirri niðurstöðu, er nú skal greina:

Fitumagn (% af þyngd kornanna):	Tala plantnanna.
4,81—5,10	1
5,11—5,40	2
5,41—5,70	15
5,71—6,00	18
6,01—6,30	45
6,31—6,60	*56*
6,61—6,90	47
6,91—7,20	25
7,21—7,50	10
7,51—7,80	4
7,81—8,10	0
8,11—8,40	1

Hér við mætti bæta mörgum öðrum dæmum bæði frá dýra- og plönturíkinu. Hafi aðeins nógu margir einstaklingar verið athugaðir, benda öll þessi dæmi í sömu áttina og sýna að tilbreytnin er átakanlega reglubundin. Langflestir einstaklingar eru í flokki þeim, sem kemst næst meðalgildi eiginleikans, en svo fer einstaklingunum stöðugt fækkandi, eftir því sem tilbreytnin vex. Það lítur þannig út fyrir, að allar plönturnar snúist í sveiflu um ákveðið meðalgildi, og hefur þetta tilbreytnissnið verið kallað sveiflutilbreytni. Einstaklinga hins fjölskipaðasta flokks köllum vér meðaleinstaklinga, eins og t. a. m. í dæmum vorum hinar 12 mm. löngu baunir, körfurnar með 13 jaðarkrónum og hafrakornin með 6,31—6,60 % fitu. Einstaklinga, sem eru meir en af meðalstærð köllum vér yfirbrigði en þá sem eru undir meðalstærð undirbrigði.

Sé ávexti plantna, er rannsakaðar hafa verið á þenna hátt, sáð á ruglingi (þ. e. án aðgreiningar

eftir gæðum) og þess sé gætt, að kjör þeirra séu svo lík kjörum foreldranna sem auðið er, kemur alveg sams konar tilbreytni í ljós hjá þeim plöntum, er koma upp. Það koma fram sams konar meðaleinstaklingar og árið á undan, og yfir- og undirbrigðum er eins varið og áður.

Þá er eftir að vita, hvort allir einstaklingar eru jafngóðir til undaneldis og hvort það þannig stendur á sama, hvernig útsæðið er valið á akrinum, eða hvort oss hepnast að framleiða afkvæmi með nýjum einkennum, ef vér aðeins veljum yfirbrigðin eða undirbrigðin til útsæðis.

Galton fékst við rannsóknir á þessu og athugaði ýms einkenni hjá mönnum, hundum, hestum og ertum. Ég get hér aðeins rannsókna hans á líkamshæð Englendinga. Hann útvegaði sér skýrslur frá mjög mörgum fjölskyldum um hæð manna og ýmislegt annað. Þá reiknaði hann meðalhæð hverra foreldra (þ. e. meðaltal af hæð föður og móður) og skipaði þeim í flokka eftir hæð, eins og vér höfum gjört hér að framan. Hann komst þannig að raun um, að meðalhæð allra foreldranna var 68,5 enskir þumlungar, en auk þessara meðalforeldra voru bæði yfirbrigði, foreldrar að meðalhæð 69,5—72,5 enskir þuml., og undirbrigði, foreldrar að meðalhæð 67,5—64,5 enskir þuml. Foreldraflokkunum var haldið greinilega aðskildum og hæð fullorðinna barna mæld í hverjum flokk, því næst var meðalhæð barna reiknuð í hverjum hjónaflokk. Galton gat þannig rannsakað hvort hjón, sem voru hærri eða lægri en í meðallagi, eignuðust börn með nýjum einkennum eða ekki. Niðurstaðan kemur skýrast fram í tölum þeim, er hér fara á eftir:

Meðalhæð foreldra:		Meðalhæð barnanna:	
64,5	enskir þuml.	65,8	enskir þuml.
65,5	—	66,7	—
66,5	—	67,2	—
67,5	—	67,6	—
68,5	—	*68,2*	—
69,5	—	68,9	—
70,5	—	69,5	—
71,5	—	69,5	—
72,5	—	72,2	—

Tölurnar sýna, að hjón að meðalhæð 64,5 þuml. eignast börn sem verða nokkru stærri, 65,8 þuml. að meðalhæð, og að 72,5 þuml. háir foreldrar eignast börn, er verða ofurlítið lægri eða 72,2 þuml. Meðalhæð barnanna er þannig nær meðaltali allra hinna rannsökuðu einstaklinga. Því meir sem vér nálgumst hið almenna meðaltal, því minni munur er á hæð foreldra og barna, og þegar vér komum til sjálfra meðaleinstaklinganna, er munurinn aðeins hverfandi: hæð foreldranna er 68,5 og barnanna 68,2 þuml. Þetta reyndist ávalt jafnreglubundið í öllum rannsóknum Galtons og setti hann því sem algilda reglu („afturhvarfslögmál“), að af yfirbrigðum kæmu yfirbrigði og af undirbrigðum undirbrigði, en tilbreytnin væri á lægra stigi hjá afkvæmi en foreldrum; er það skoðað sem „afturhvarf“ í áttina til meðaleinstaklinganna.

Þess konar afturhvarf virðist bera vott um nokkurs konar viðleitni til að halda við ákveðinni meðalstétt innan tegundarinnar. En úr því afkvæmi yfirbrigðanna eigi þegar í stað gjörast meðaleinstaklingar, er ekki vonlaust, að takast megi að bæta tegundina með stöðugu úrvali hinna beztu yfirbrigða.

I þessa átt bendir að ýmsu leyti reynsla vor viðvíkjandi kynbótum aliplantna, bæði knollrótategunda og korntegunda. Sem dæmis skal sykurrófna

kynbótanna getið að nokkru. Aðalatriðið er að auka sykurmagn rófnanna þannig, að hinar kynbættu rófur fái meira sykurmagn en hinar upprunalegu. Um 1850 hóf Vilmorin rófnabæturnar á Frakkland og síðan hefur þeim verið haldið áfram af ýmsum öðrum. Þegar byrjað var á umbótunum, var sykurmagnið hér um bil 7—8 %, þó var talsverð tilbreytni fyrir hendi, og einstaka rófur höfðu hér um bil helmingi meira sykurmagn, eða voru yfirbrigði með tilliti til þessa einkennis. Menn tóku það ráð, að rækta yfirbrigðin sem fræmæður og rannsökuðu afkvæmi þeirra nákvæmlega, og reyndust þau talsvert sykurmeiri en hinn upprunalegi rófnagróður. Menn héldu kynbótunum stöðugt áfram, og að nokkrum árum liðnum var sykurmagnið orðið hér um bil helmingi meira en upprunalega, og það hefur stuðlað drjúgum að því, að auka ágóðann af sykurrófnaökrunum. Það hefur þó sína takmörkun, hve langt verður komist með stöðugu úrvali. Með úrvalsræktun í 3—4 liði hefur náðst ákveðið hámark. Þótt úrvalsræktun sé haldið áfram í fleiri liði, eru framfarirnar óverulegar að því er snertir einstakan eiginleika, í þessu samhengi sykurmagnið. Það mætti því ætla, að oss hefði tekist að rækta nýjan, sykurríkan kynung, svo óþarft væri að halda úrvalsræktuninni áfram. Því er þó alls ekki þannig varið. Sé úrvalinu hætt, verður kynungurinn „úrkynja“ og fær aftur hið upprunalega stofnsnið eftir fáa ættliði. Það kveður því mjög mikið að úrvali eftir sykurmagni að því er frærækt sykurrófna snertir. Rófurnar eru rannsakaðar efnafræðislega í sérstökum rannsóknarstofum. Menn rannsaka hinn mesta sæg rófna, er telja má í hundruðum þúsunda, svo meiri líkur séu til að það hepnist að velja úr hinar allrabeztu. Ef til vill mætti láta sér nægja með lægri tölu, en af því menn sækjast eftir ýmsum öðrum góðum eiginleikum hjá rófunum en sykurmagni, verður að rannsaka þvílíkan

fjölda, því tiltölulega fáar rófur hafa alla hina góðu eiginleika til að bera. Það er þannig aðeins með stöðugri úrvalsrækt auðið, að halda stofnunum í ákveðnu hámarki, hvað nytmegin og aðra góða kosti snertir.

Korntegundum er einnig varið á sama hátt. Séu hin bestu öx á akrinum valin úr, hepnast að bæta stofninn eftir fáa ættliði. En lengra verður ekki komist. Þannig reyndist það hin fyrstu árin við græðistöðina í Svalöf og aðferð þessi hafði enga verulega framför í för með sér.

Samkvæmt því, er vér nú höfum skýrt frá, er augljóst, að ákveðin framþróun er möguleg innan tegundar eða kynungs, séu yfirbrigði eða undirbrigði stöðugt valin til útsæðis. Við úrvalið kemur þó ekki upp nýr kynfastur kynungur, því þegar úrvalinu er hætt, kippir plöntunum í hið upphaflega kyn eftir nokkra ættliði. Þegar vér hins vegar aðgætum, að niðurstaðan við tilraunirnar í Svalöf var sú, að hverja korntegund mátti greina í mörg kynföst afbrigði, að vísu eftir annars konar einkennum en þeim, sem hér er um að ræða, verður oss að spyrja: Er þá ekki mögulegt að koma upp nýjum kynföstum afbrigðum, sem ekki eru frábrugðin ættstofninum að eðlismun, en einungis að stigmun? Að því er aliplönturnar snertir, er það einmitt merguriun málsins, að koma nytsemiseiginleikunum á hærra gæðastig og að festa hina umbættu eiginleika í kyninu, þannig að þeir ávalt gangi í ætt frá einum ættlið til annars.

Þegar betur er aðgætt, komumst vér að raun um, að tilraunir þær og athuganir, er vér þegar höfum skýrt frá, styðjast við rannsókn á ósamkynja plöntueinstaklingum, það er að segja: úrvalsplönturnar hafa verið teknar svo að segja af handa hófi og fræinu af þeim sáð í ruglingi. Niðurstaðan, sem vér höfum komist að við þessar rannsóknir, ber því ekki vott um annað, en hvert gildi tilraunaeinstakl-

ingarnir hafa að meðaltali til undaneldis, og fræðir oss ekkert um undaneldisgildi hvers einstaklings. Til þess að komast til botns í þessu efni, hljótum vér því að sá ávexti hvers einstaklings útaf fyrir sig; vér viðhöfum þannig aðferð Vilmorins og ákveðum gildi hvers einstaklings eftir afkvæminu. Þetta er aðalkjarninn í öllum ættgengisrannsóknum eða kynbótatilraunum.

Hinn danski grasafræðingur W. Johannsen hefur gjört mjög mikilvægar rannsóknir viðvíkjandi ættgengisfari bauna og byggs, og honum hefur tekist að færa sönnur á „afturhvarfslögmálið“. Það hepnaðist Johannsen að sundurliða í beina ættleggi hinn ósamkynja gróður, sem náttúrufræðingar á undan honum höfðu haft sem rannsóknarefni, og hann rannsakaði ættgengisfar hvers ættleggs. Af því að baunir og bygg eru sjálffrjóvgendur, er þeim mjög vel háttað til slíkra rannsókna og þótt einstaklingarnir vaxi hvor við annars hlið, er því engin hætta á að einræktunin spillist. Af hinum víðtæku rannsóknum Johannsens getum vér hér aðeins nokkurra hinna helztu og skýrustu.

Baunarannsóknir Johannsens voru bygðar á brúnum prinsessubaunum, er voru uppskornar 1900, og voru þær fyrir almenningsaugum góð og samkynja verzlunarvara. Hann rannsakaði 12000 baunir.

Að því er hin rannsökuðu einkenni snertir, látum vér þyngd baunanna koma í stað stærðarinnar. Þessar 12000 baunir voru að meðaltali hér um bil 495 millígrömm að þyngd. Stærstu yfirbrigðin voru hér um bil 900 millígr. og minstu undirbrigðin hér um bil 250 millígr. Árið 1901 var baunum af öllum stærðum sáð og kjör þeirra látin vera svo lík sem auðið var. Ávöxtur hverrar einstakrar plöntu var uppskorinn út af fyrir sig og hinar uppskornu baunir vegnar. Niðurstaðan varð þessi:

Þyngd útsæðisbaunanna:	Meðalþyngd uppskornu baunanna;
250—350 millígr.	374 millígr.
351—450 —	388 —
451—550 —	*401* —
551—650 —	434 —
651—750 —	446 —
751—900 —	457 —

Til frekari skýringar skal þess getið, að árið 1901 var ekki gott baunaár, og meðalþyngdin var því minni en 1900 eða hér um bil 400 millígr. Sé tillit tekið til þessa, verður sú raun á, að meðalbaunir frá 1900 (451—550 millígr.) geta af sér meðal-baunir 1901 (401 millígr.); stóru baunirnar fá stórt afkvæmi og smábaunirnar lítið afkvæmi, en afkvæmið er þó minna frábrugðið meðaleinstaklingum en foreldrið, það er með öðrum orðum: hér höfum vér nýja sönnun fyrir afturhvarfslögmálinu.

Vér höfum þegar tekið fram, að afkvæmi útsæðisbaunanna var uppskorið þannig, að ávöxtur hverrar einstakrar plöntu var tekinn út af fyrir sig. Þannig var auðið að sjá, hve stórt afkvæmi kom út af hverri einstakri baun af ákveðinni þyngd. Þannig varð hinn upprunalegi baunagróður sundurliðaður í „beina ættleggi". Við rannsóknina á hinum beinu ættleggjum varð niðurstaðan alt önnur en sú, er vér höfðum komist að við meðaltalið.

Af baunum þeim, er rannsakaðar voru í nokkra ættliði, tökum vér fjórar til umtalsefnis. Þær voru að þyngd 600, 800, 800 og 950 millígr. og voru tiltölulega táknaðar með N, G, I og B. Allar voru þær yfirbrigði eða „stórar" baunir, og ein þeirra var jafnvel mjög stór. Afkvæmi þeirra eru talin með neðst í töflunni (efst á þessari bls.) og voru þau einnig að meðaltali yfirbrigði.

Afkvæmi þessara fjögra bauna, hverrar fyrir sig, hafði þá þyngd, er hér segir:

Móðurbaunir: Merki:	Þyngd:	Afkvæmi: Meðalþyngd:
N	600 millígr.	312 millígr.
G	800 —	400 —
I	800 —	400 —
B	950 —	520 —

Tölur þessar sýna, að út af stórum baunum hefur komið mismunandi afspringur: 1) yfirbrigði (B), 2) meðaleinstaklingar (G og I) og 3) undirbrigði (N). Það er með öðrum orðum: hefðum vér átt að dæma um undaneldisgildi þessara bauna eftir stærðinni, mundum vér hafa ályktað, að þær væru jafngóðar eða hér um bil jafngóðar. En nú höfum vér afkvæmi þeirra fyrir oss til að meta þær eftir, og þá kemur í ljós, að gildi þeirra er mjög misjafnt til undaneldis, og er það átakanleg sönnun fyrir því, hve óhjákvæmileg einangrunarreglan er, þá er ræða er um að koma upp nýjum stofni.

Með þessu voru hinir beinu ættleggir stofnsettir. Þá kom sú spurning upp, hvort ættleggurinn gæti orðið stórvaxnari eða smávaxnari með því, að velja úr til ræktunar hina stærstu eða minstu einstaklinga. Ávextinum frá 1901 var því sáð 1902, en áður var hver einstök baun vegin, og þegar til uppskerunnar kom, var ávöxtur hverrar einstakrar plöntu tekinn út af fyrir sig. Niðurstaðan varð sú, er nú skal greina, og eru ættliðirnir táknaðir með sama bókstaf og baunirnar, sem þeir stafa frá:

N-ættleggur.

Þyngd bauna, er uppskornar voru 1901 og sáð 1902:	Meðalþyngd afkvæmis þessara bauna:
150—200 millígr.	410 millígr.
250—300 —	422 —
300—350 —	389 —
350—400 —	408 —
(Meðaltal: 312 millígr.)	(Meðaltal allra: 408 millígr.)

Árið 1902 var betra baunaár og meðalþyngd baunanna var um 480 millígr. Baunir, sem voru léttari en 480 millígr., mega því teljast smáar. Tölurnar sýna þannig, að úrvalið hefur ekkert stoðað. Hvort sem vér tökum stórar eða smáar baunir, verður afkvæmið lítið, og meira að segja, jafnvel allraminsta afkvæmið er komið af stórum baunum.

B-ættleggnum er varið á nokkuð svipaðan hátt. 1901 var meðalþyngd baunanna 520 millígr. og af þeim var sáð stórum, smáum og meðalbaunum 1902. Afkvæmi allra þeirra voru jafnstór, eins og tölurnar sýna, er fara hér á eftir.

Árið 1902 var baunauppskeran 480 millígr. að þyngd, eins og getið hefur verið; úrvalið hefur því ekki heldur stoðað við þessar baunir. Allar plönturnar bera nefnilega stórar baunir.

B-ættleggur.

Þyngd bauna, er uppskornar voru 1901 og sáð 1902:	Meðalþyngd afkvæmis þessara bauna:
350—400 millígr.	572 millígr.
450—500 —	535 —
500—550 —	570 —
550—600 —	565 —

600—650 millígr.	566 millígr.
650—700 —	555 —
(Meðaltal: 520 millígr.)	(Meðaltal allra: 558 millígr,).

Stutt og glögt yfirlit er á þessa leið: Árið 1900 voru valdar úr tvær stórar baunir, N og B, sem urðu móðurbaunir tveggja ættkvísla, N-ættleggsins og B-ættleggsins. Ættartalan er þannig:

N-ættleggur.

Móðurbaunir uppskornar 1900		stórar	
Afkvæmi 1901		smáar	
Útsæði 1902	minstar	meðal	stærstar
Afkvæmi 1902	smáar	smáar	smáar

B-ættleggur.

Móðurbaunir uppskornar 1900		stórar	
Afkvæmi 1901		stórar	
Útsæði 1902	minstar	meðal	stærstar
Afkvæmi 1902	stórar	stórar	stórar

Þá víkjum vér málinu aftur að byrjuninni, þeim 12000 baunum, er teknar voru af handa hófi af uppskeru ársins 1900. Nú er oss auðið að skýra, hvernig baunum þessum hefur verið varið. Þær hafa auðsjáanlega heyrt til ýmsra beinna ættleggja, smávaxinna, meðalstórra eða stórra. Það er ekki auðið að sjá á hverri einstakri baun, hverjum ættlegg hún

heyrir til. Meðalbaun getur verið yfirbrigði í smávöxnum, eða undirbrigði í stórvöxnum ættlegg. Stór baun getur verið meðalbaun í stórvöxnum ættlegg eða stór baun í meðalættlegg eða jafnvel mjög stór baun í smávöxnum ættlegg. Vér komumst fyrst að raun um hvers konar ættleggjum baunirnar heyra til, er vér sáum þeim og athugum afkvæmið.

Þetta skýrir frekar fyrir oss niðurstöðuna við úrvalið af handahófi. Eins og getið hefur verið, var þessi niðurstaða þannig: að stórar baunir fengu að vísu stórt afkvæmi, en afkvæmið var hvergi nærri eins stórt og móðurbaunirnar; á þessa leið hljóðaði regla Galtons. En hvað höfum vér aðhafst með úrvali af handahófi? Vér höfum valið úr baunir, sem heyrðu sumpart til stórvaxinna ættleggja og sumpart til meðalættleggja; af þessu leiðir, að meðalættleggjanna gætir töluvert meðal afkvæmisbaunanna, og við það raskast meðaltalið þannig, að það nálgast meir meðalmálið, en ef vér hefðum aðeins valið úr baunir úr stórvöxnum ættleggjum. Það er þannig ófullkomin aðferð við úrvalið, er veldur afturhvarfinu. Það er og skiljanlegt að halda verður áfram stöðugri úrvalsrækt, til þess að nýju tilbrigðin haldi sér, þegar unnið er svo af handahófi, sem skýrt er frá á blaðsíðn 43—44; plönturnar voru nefnilega ósamkynja, eins og sýnt hefur verið fram á, og meðal einstaklinga hins „bætta“ kynungs eru þó nokkrir, er heyra til lakari ættleggja. Þegar úrvalinu er hætt, gætir hinna lakari ættleggja ofmikið, og hvern ættlið af öðrum ber meira og meira á þeim, unz að síðustu hinu upprunalega stofnsniði er náð.

Sama niðurstaða og Johannsen komst að við rannsókn á þyngd baunanna, náðist einnig við rannsókn á öðrum eiginleikum þeirra, og endurtókst það í öllum þeim 19 ættleggjum, er hann rannsakaði. Hin sama varð og raunin á við tilraunir með bygg,

sem tóku yfir töluvert fleiri ættliði en baunatilraunirnar. Og loks sýndi Krarup fram á, að fitumagns ættgengi hafra var sömu lögum háð. Allar þessar rannsóknir benda þannig í sömu áttina og rannsóknir Hjálmars Nilssons, sem fyr er getið. Það er því augljóst, að einangrunarreglan (þ. e. að greina tegundir í beina ættleggi) hefur töluvert alsherjargildi. Vér munum því í stuttu máli íhuga mikilvægi þessarar reglu með tilliti til kynbóta nytjavera vorra, jurta og dýra, og með tilliti til skoðanar vorrar á lífsverum náttúrunnar yfir höfuð að tala.

Með því að fylgja reglu Vilmorins (þ. e. að einangra einstaklinginn og meta undaneldisgildi hans eftir afkvæminu), tókst oss að sundurliða hið upprunalega og ósamkynja einstaklingafélag í beina ættleggi. Beinu ættleggirnir eru kynfastir, það er að segja: allir einstaklingar hvers ættleggs hafa sama heildarkenni hvern ættliðinn fram af öðrum. Það stoðar ekkert, þótt yfirbrigði eða undirbrigði ættleggsins séu valin úr til undaneldis, afkvæmið ber þó ávalt snið ættleggsins. Setjum svo, að vér tökum oss fyrir hendur að koma upp endurbættum bygg-kynung, þá tekst oss það með því, að sundurliða hinn upprunalega bygg-gróður í beina ættleggi og velja hinn bezta af þeim til útsæðis. Þegar bezti ættleggurinn er fundinn, verður ekki lengra komist; bezti og lakasti einstaklingur ættleggsins eru jafngóðir til undaneldis. Þannig eru og jafnvel allrabeztu einstaklingarnir í lökum ættleggjum óhæfir til undaneldis, því afkvæmi þeirra hlýtur að verða lélegt. Hinir góðu ættleggir verða þannig ekki bættir frekar með úrvalsaðferðinni, en annað mál er hitt, að auka má arðsemina með betra fóðri og betri hirðingu. En séu kjörin svo góð, sem bezt má verða, eru frekari endurbætur ómögulegar, — nema svo sé, að upp komi sérstaklega frábrugðnir einstaklingar, sem verði stofn að öldungis nýjum kynung, en það

atriði munum vér íhuga frekar í síðasta kafla bókarinnar.

Niðurstaða sú, er vér þannig höfum komist að, á auðvitað beinlínis við sjálffrævar plöntur, eins og tilraunaplönturnar voru. En hins vegar getum vér ekki skilist við þenna kafla án þess að athuga, hvort skoðun Johannsens geti eigi haft víðtækara gildi og átt líka við aðfrævar plöntur, eins og t. a. m. rófur, rúg og aðrar fleiri, eða jafnvel við alidýrin, sem svipar mest til aðfrævu plantnanna að getnaðarfari. Að því er hvorttveggja þetta snertir, leitast menn við að koma meiri staðfestu á ræktunina með því, að koma upp alveg óblönduðum kynungum, stofnum eða ættum. Ef á þenna hátt tækist að koma upp einhverju því, sem samsvaraði beinu ættleggjunum, mundi alt fara á sömu leið og hjá sjálffrævu plöntunum, sem fyr er getið, nefnilega að enginn munur mundi verða á hinum ýmsu einstaklingum til undaneldis, og þá yrði ekki lengra komist. Hinn danski hagfræðingur Wieth-Knudsen hefur vakið máls á því, hvort alidýrarækt í Danmörku væri ekki svo langt komin, að frekari framfara væri ekki að vænta. Hann tekur fram einstök atriði, er gætu bent í þá átt. En því miður eru athuganir vorar altof fáar til þess, að auðið sé að segja af eða á um slíkt. En málefni þetta er mjög mikilsvarðandi fyrir alidýraræktunina. Sé ekki mögulegt að auka gildi meðaltalseinstaklinganna með úrvalsaðferðinni, og umbætur á fóðri og hirðingu reynast einnig árangurslausar í því efni, er aðeins um tvent að tefla, eins og Wieth-Knudsen tekur fram, annaðhvort að bíða með þögn og þolinmæði eftir því, að nýir og betri kynungar komi upp meðal hinna eldri, eða að hirða ekki framar um hina gömlu, en afla sér útlendra og hentugri kynunga, Þekkingu vorri er svo ábótavant í þessu efni, að fullnaðarúrskurður verður ekki kveðinn upp að svo stöddu. Vér höfum því hér fyrir oss

afarmikilvægt efni til vísindalegra rannsókna, og eflaust verður að taka upp svipaða aðferð og þá, er höfð var við rannsóknirnar á ættgengi plantnanna.

Sé loks athyglinni snúið að villiverunum, komumst vér að raun um, að þeim er varið á svipaðan hátt og aliplöntunum, og er þess getið á 34. blaðsíðu. Þannig virðast rannsóknir vorra tíma leiða til þeirrar skoðanar, að öllum lifandi verum megi skipa í óendanlegar 'smátegunda'-raðir, að smátegundirnar séu kynfastar, og að engin sambrigði tengi þær saman. Munurinn á smátegundum getur verið örlítill, en greinilegur munur er þó ávalt fyrir hendi, hafi menn aðeins nægilega æft auga til að taka eftir honum. Það gæti þannig litið svo út, sem vér værum nú á dögum farnir að nálgast hina æfagömlu skoðun, að tegundirnar væru óbreytilegar að eilífu, og að vér værum farnir að fjarlægjast þróunarkenninguna, sem gengur eins og rauður þráður gegn um allar skoðanir vorra daga á náttúrunni. Vér frestum þó að sinni að íhuga þetta mikilvæga atriði, en getum þess í síðasta kafla bókarinnar.

IV.

Ættgengisfar hjá afkvæmum verulega ólíkra foreldra.

Nú munum vér athuga hvernig ættgenginu er varið, þegar foreldrarnir eru svo mjög frábrugðnir að meira eða minna leyti, að þeir teljast til mismunandi einstaklingsdeilda (afbrigða, tegunda eða kynja). Þess er fyr getið (sbr. II. kafla), að þess konar samfarir geti átt sér stað, og skal nú athuga það nákvæmar. Slík afkvæmi eru kölluð bastarðar eða kynblendingar, og greinast þeir eftir skyldleika foreldranna í: afbrigðis-, tegundar- og kynbastarða.

Ýmsum plöntum (t. a. m. víði-, rósa-, brumberja-, fjólu- og þistiltegundum auk margra annarra) og dýrum (t. a. m. hænsfuglum og öðrum fleiri) er tamt að eignast bastarða af sjálfum sér, en meginþorri bastarðanna er þó kominn undir af manna völdum og fyr og síðar hefur kveðið allmikið að þeim við plantna- og dýrarækt.

Séu bastarðar og foreldrar þeirra bornir saman, verður sú raun á, að bastarðarnir eru alloft þroskalitlir og dafna seint, og ná alls ekki stærð foreldranna. Stundum hætta þeir snemma að vaxa og deyja á unga aldri. De Vries getur þannig um náttljóssbastarð, sem aðeins bar 8—10 blöð og dó svo. En oft eru bastarðarnir talsvert þroskameiri

en foreldrarnir, hafa stærri blöð og stöngla og eru meira kvíslaðir. Ef til vill er þetta stundum af þeim rótum runnið, að bastarðinum hefur hlotnast betri hirðing en foreldrunum, en stundum hefur það eflaust orsakast af hinu, að eðli bastarða er mjög oft þannig farið, að þeir eru ófrjósamir til getnaðar. Samfara ófrjóseminni fer hnignan kynfæranna, en að því skapi verða aðrir partar líkamans þroskameiri. Þetta má sjá á ýmsum plöntubastörðum; þannig eru t. a. m. blómin ófullkomin hjá ýmsum kartöflubastörðum. Oftastnær er þó sjálfum kynfrumunum ábótavant og frjókornin ná t. a. m. ekki venjulegum þroska og geta ekki spírað eða frævísana vantar kímsekk, og þá auðvitað líka eggfrumu (t. a. m. hjá begóníubastörðum). Það getur einnig verið sýnilegur vottur um ófrjósemi, að fræflarnir ummyndast og verða að krónublöðum („ofkrýnd blóm“), og ber það mjög oft við hjá bastörðum. Ófrjósemi á sér einkum stað, þegar foreldrarnir eru fjarskyldir, t. a. m. hjá hveiti-rúgbastarðinum og múldýrinu (hestur-asni), og bastarðarnir verða því frjósamari sem foreldrarnir eru skyldari. Allflestir bastarðar kynunga, afbrigða og smátegunda eru jafnfrjósamir og foreldrarnir. Tegundabastarðar geta einnig verið frjósamir, t. a. m. bastarðar milli hunds og úlfs, víði- og negultegunda.

En bastarðarnir eru einkum merkilegir að því er ættgengisfar þeirra snertir. Með því að bastarðarnir myndast við samfarir tveggja frábrugðinna einstaklinga, gæti verið hugsanlegt að eiginleikar foreldranna sameinuðust í bastarðsafkvæminu, og mætti jafnvel búast við að tekist gæti á þenna hátt að komast að raun um, að hverju leyti eiginleikarnir geti gengið í ætt frá foreldrum til afkvæmis. Sökum þessa hafa bastarðarnir einnig verið rannsakaðir allýtarlega tvær síðustu aldirnar, eða frá því á dögum Þjóðverjans Kölreuters (hér um

bil 1760), og menn hafa ritað fjölda bóka um þetta efni.

Aðalniðurstaða allra þessara rannsókna er sú, að gjöra má glöggan greinarmun á hinum ýmsu ættliðum bastarðsins, annars vegar á fyrsta ættliðnum, bastarðinum, sem getinn er við samfarir tveggja ólíkra foreldra, og hins vegar á afkvæmi bastarðsins (ef hann er frjósamur), eða öðrum ættlið bastarðsins og þeim, sem þar á eftir koma.

Allir einstaklingar fyrsta ættliðsins eru eins, eða hér um bil eins útlítandi, og líta yfir höfuð að tala út sem sambrigði milli foreldranna. Stundum líkjast þeir föðurnum meira, en séu nægilega margir einstaklingar athugaðir, munu jafnmargir finnast, er meira líkjast móðurinni; þannig er ómögulegt að segja fyrirfram, hvort faðir eða móðir hafi meiri áhrif á afkvæmið. Næstu ættliðirnir líta alt öðruvísi út, og vér rekumst á næstum því takmarkalausa tilbreytni meðal þeirra. Sumir einstaklingarnir líkjast algjörlega hinum upprunalegu foreldrum, aðrir eru öldungis frábrugðnir og bera vott um alt hugsanlegt sambland af eiginleikum hinna upprunalegu foreldra. Nokkrir eru kynlega vanskapaðir, en aðrir virðast bera vott um alveg nýja eiginleika eða þess konar einkenni, er fyrst verða fyrir oss langt aftur í ætt forfeðranna.

Af því sambrigði myndast við víxlfrjóvgunina, hefur hún verið viðhöfð við rækt alidýra, til þess að sameina góða eiginleika frábrugðinna kynunga eða tegunda, og kveður allmikið að því í Suðurlöndum við rækt múldýra. En rækt þessi er ekki til annars en að afla brúkunardýra, sem sjá má af því, er vér höfum þegar skýrt frá. Það er í sjálfu sér ómögulegt að hafa múldýr til undaneldis, af því að þau eru venjulega ófrjósöm. Að því er aðra bastarða snertir, sem frjósamir eru, myndi afkvæmi þeirra breytast svo mjög, að það yrði gagnslaust.

Öðru máli er að gegna með garðræktina. Þar er víxlfrjóvgun einmitt viðhöfð til þess, að koma upp breytilegum tilbrigðum. Mörg hinna nýju tilbrigða, er koma á markaðinn, hafa þannig myndast við víxlfrjóvgun, svo sem hin ýmsu tilbrigði af nautsauga, rósum og mörgum öðrum blómplöntum. Þegar þess konar tilbrigði er komið upp, er það ræktað áfram með ákveðnu úrvali, til þess að gjöra þá eiginleika, er eftir er sózt, kynfasta, unz tekist hefur að gjöra stofninn eða kynunginn nokkurnveginn „frævissan“. Ella eru hinir nýju einstaklingar látnir aukast og margfaldast við kynlausa æxlun, og er það t. a. m. ofurauðvelt í kartöfluræktinni. Allflest jarðeplatilbrigðin eru þannig komin upp við víxlfrjóvgun.

Að hinum fáu almennu reglum sleptum, virðist ættgengisfar bastarða vera mjög svo óreglubundið; þegar betur er að gætt, kemur það greinilega fram í bókum um þetta efni, sem stundum eru fullar af hinum kynlegustu mótsögnum, að því er þetta snertir. En nú síðustu árin hafa menn töluvert rannsakað ættgengi bastarðanna, og bera rannsóknirnar þess vott, að skýra má þetta flókna efni að ýmsu leyti. Um 1860 framkvæmdi maður nokkur í Austurríki, Gregor Mendel að nafni, fyrirmyndar rannsóknir á víxlfrjóvgun meðal ertutilbrigða, og hann setti fram reglur þær, er vér munum skýra frá. En ritgjörð hans um þetta efni var, því miður, prentuð í lítt kunnu tímariti, og uppgötvunum hans var því ekki haldið á loft um langa hríð, eða ekki fyr en í endalok aldarinnar. En þá var það að Hollendingurinn De Vries, Þjóðverjinn Correns og Tschermak í Austurríki framkvæmdu samtímis og óháð hver öðrum nýjar rannsóknir, er staðfestu niðurstöðu Mendels, og héldu á loft hinum gleymdu rannsóknum hans. Með því var byrjað nýtt tímabil í sögu bastarðsrannsóknanna. ekki að eins í plönturíkinu, heldur og í dýraríkinu, og hefur Englending-

urinn Bateson öðrum fremur gjört mikilvægar athuganir viðvíkjandi dýrabastörðum.

Það, sem sérstaklega skilur milli rannsókna Mendels og fyrirrennara hans, er sjálf aðferðin við rannsóknirnar. Aðferð hans ber vott um svipaða viðleitni og vér höfum skýrt frá í kaflanum á undan: ákveðið heildarkenni plöntu eða dýrs nægir ekki, en verður að sundurliðast í einstaka eiginleika, og hvern eiginleik verður að rannsaka út af fyrir sig. Sé jafnað saman eiginleikum beggja einstaklinganna, sem ætlaðir eru til víxlfrjóvgunar, má skipa þeim saman tveimur og tveimur þannig, að til ákveðins eiginleika hjá föðurnum svari ákveðinn, en frábrugðinn eiginleiki hjá móðurinni. Þannig skipaði Mendel eiginleikum ertutilbrigðanna í tvenningar, og getum vér hér nokkurra þeirra til skýringar:

Fræin: hnöttótt eða strend
kímin: gul eða græn
blómin: bláranð eða hvít o. s. frv.

Hjá ýmsum öðrum plöntum er um annars konar eiginleika að ræða, t. a. m. um hárvöxt eða hárleysi, eða hvort sterkju- eða sykurefni er í fræjunum.

Við tilraunirnar er hver eiginleika-tvenning tekin fyrir út af fyrir sig og svo er rannsakað, hvernig þeim eiginleikum er farið hjá bastörðunum og afkvæmum þeirra. Þar næst er mest komið undir að einangra hvern einstakling, og rannsaka afkvæmi hvers eins út af fyrir sig. Þannig er aðferð Vilmorins einnig meginregla við þessar rannsóknir. Þá er og nauðsynlegt að hafa sem mestan fjölda einstaklinga undir til rannsókna, til þess að tilviljana gæti minna og meginreglan komi glögt í ljós. Loks verðum vér að fullvissa oss um, að kynungar þeir eða tegundir, sem ætlaðar eru til tilraunanna, séu öldungis óblandaðar, það er að segja: séu ekki

getnar við víxlfrjóvgun, svo vér vitum með vissu, að ættgengnin sé örugg, áður en byrjað er að víxlfrjóvga.

Þá verður fyrst fyrir oss að rannsaka hin óbrotnustu tilfelli, og komast að, hverjum lögum þau eru háð. En óbrotnast köllum vér, er aðeins ein víxlfrjóvgun á sér stað, og afkvæmin auka kyn sitt með sjálffrjóvgun. Geti sjálffrjóvgunin ekki orðið sjálfkrafa, verðum vér að láta hana eiga sér stað, og að því er dýrin snertir, verður að láta systkini af sama ættlið æxlast saman. Munum vér nú íhuga nokkur dæmi, til að skýra rannsóknarniðurstöðu Mendels og hinna annarra fræðimanna.

Vér veljum tvö ertutilbrigði til víxlfrjóvgunar, annað þeirra hefur gult, en hitt grænt kím í þroskuðum fræjum. Afkvæmin eða allir einstaklingar fyrsta ættliðs bastarðsins hafa gult kím. Það stendur öldungis á sama, hvort það er föður- eða móðurplantan, sem hefur gult kím; afkvæmið verður eins í báðum tilfellum. Fyrst um sinn getum vér því ekki staðhæft þá skoðun, sem fyr er getið, að bastarðarnir séu sambrigði milli foreldranna, vér munum þó síðar (bls. 64) sýna fram á, hvernig þessi skoðun getur samrýmst þeim tilfellum, er hér ræðir um. Þá er hinum gulkímdu bastarðsertum sáð; plönturnar, sem upp koma, bera blóm, frjóvga sig sjálfar og geta af sér nýjan ertuættlið. Þessar ertur eru nýstárlegar að því leyti, að sumar þeirra eru gulkímdar, en aðrar grænkímdar; meginþorri ertanna eða þrír fjórðu hlutar þeirra er gulkímdur, en aðeins fjórðungurinn grænkímdur. Sambrigði engin.

Þá er þessum ertum sáð og geta þær af sér þriðja ættliðinn; hann er líkur næsta ættlið á undan að því leyti, að erturnar eru bæði gul- og grænkímdar og sambrigði engin. Ertunum er mjög einkennilega niðurskipað. Plöntur þær, sem komnar eru upp af grænkímdum ertum, bera aðeins

grænkímdar ertur, og sé þeim sáð, geta þær einungis af sér grænkímdar ertur. Það er með öðrum orðum: oss hefur tekist að skilja úr kynfastan ertustofn með grænu kími. Af hinum gulkímdu ertum spretta tvens konar plöntur. Sumar bera einungis gulkímdar ertur og haga sér þannig eins og grænkímdu erturnar, sem vér gátum um rétt á undan. Aðrar bera bæði græn- og gulkímdar ertur í sama hlutfalli og 1:3, eins og í 2. ættlið. Gulkímdu erturnar geta þannig eignast ýmis konar afkvæmi, annaðhvort óblandað eða blandað; en það er ekki sjáanlegt á ertunum og verður því að hirða ávöxt hverrar einstakrar plöntu fyrir sig við uppskeruna. Milli gulkímdra bauna, er geta af sér óblandað eða blandað afkvæmi, er einnig ákveðið hlutfall, nefnilega 1:2, það er að segja: 25 geta af sér óblandað, gult afkvæmi, en 50 blandað.

Ættartalan, sem fer á eftir, sýnir hvernig 4. ættlið er farið og hún sýnir auk þess glögt yfirlit yfir það, sem vér höfum skýrt frá.

Hvern ættlið af öðrum myndast þannig óblandað afkvæmi, er getur af sér óblandaða kynunga, en stöðugt er þó nokkur blandaður afgangur. Í næsta ættlið getur þessi afgangur af sér bæði óblandaðar plöntur og blandaðan afgang. Því er svo að orði komist, að hin óblönduðu tilbrigði „skiljist úr“ og meira að segja skiljast þau úr í ákveðnum töluhlutföllum, sem eru eins í öllum ættliðum.

Bæði Mendel og aðrir rannsóknarar komust að raun um, að aðrar eiginleikatvenningar ertanna voru sömu lögum háðar. Sama á sér og stað að því er snertir ýmsar aðrar plöntutegundir. Regla þessi hefur því auðsjáanlega víðtækt gildi í plönturíkinu. Dýrunum er einnig farið á svipaðan hátt. Til frekari skýringar getum vér nokkurra tilrauna, er Bateson framkvæmdi og lúta að bastörðum milli hænsakynunga.

Ættliður	Græn erta víxlfrjóvguð með gulri							
1.:				Allar gular				
2.:	25 % gular		+	50 % gular		+		25 % grænar
3.:	Allar gular	25 % gular	+	50 % gular	+	25 % grænar		Allar grænar
4.:	Allar gular	Allar gular		75 % gular + 25 % grænar		Allar grænar		Allar grænar

Til þessara tilrauna hafði Bateson meðal annarra 3 kynunga: ítölsk hæns, indversk áflogahæns og hvíta dorkinga. Hann rannsakaði ýms einkenni og þar á meðal lögun kambsins. Þessir 3 kynungar eru mjög ólíkir að því er kambinn snertir, hinn fyrstnefndi hefur „blaðkamb“, annar „ertukamb“ og hinn þriðji „róskamb“. Á 18. mynd eru þessir kambar sýndir.

Þá er ítölsk og indversk hæns eru víxlfrjóvguð, er því um að ræða eiginleikatvenninguna: blað-

A. B. C.

18. mynd. Höfuð af hönum með: *A* blaðkamb, *B* ertukamb og *C* róskamb. (Baldanus).

kambur ertukambur. Við víxlfrjóvgunina mynduðust 462 ungar (fyrsti bastarðliður) og höfðu 457 þeirra ertukamb, en aðeins 5 blaðkamb og 1 var bil beggja. Ertukamburinn hefur því sama gildi í þessari eiginleikatvenningu og guli liturinn á ertukíminu. Undantekningar frá þessari reglu eru svo fáar, að þeirra gætir ekki. Menn víxlfrjóvguðu bæði indverska hænu með ítölskum hana, og ítalska hænu með indverskum hana, en í báðum tilfellum varð niðurstaðan hin sama. Þá voru bastarðsystkinin látin æxlast saman og afkvæmi þeirra rannsökuð. Afkvæmin voru alls 442; 332 höfðu ertukamb en 110 blaðkamb. Sambrigði engin. Hlutfallstalan var hin sama og hjá hinum fyrtöldu

plöntum eða 3:1. 75% höfðu þann eiginleikann, er mest kvað að í 1. ættlið, en 25% hinn.

Niðurstaðan varð og hin sama við víxlfrjóvgun milli ítalskra hænsa og dorkinga. Í fyrsta ættlið voru 125 einstaklingar, af þeim voru 123 með róskambi, 1 með blaðkambi og 1 bil beggja. Í öðrum ættlið voru alls 338 hæns, 273 með róskambi en 65 með blaðkambi. Hlutfallstalan er hér ofurlítið frábrugðin eða 4:1, en að öðru leyti er niðurstaðan hin sama og áður.

Regla Mendels um víxlfrjóvgunina hljóðar svo: af eiginleikum í ákveðinni tvenningu kemur aðeins annar fram í fyrsta ættlið, og er hann kallaður hinn „ríkjandi“, en sá eiginleikinn, sem ekki kemur í ljós, hinn „víkjandi“. Í öðrum ættlið kemur skilnaður í ljós: meginþorri einstaklinganna hefur hinn ríkjandi eiginleika, en hjá hinum kemur víkjandi eiginleikinn aftur í ljós. Hlutfallið milli einstaklinga með ríkjandi og víkjandi eiginleikum er nokkurnveginn ákveðið; oft er það 3:1, en getur þó haft önnur gildi. Einstaklingar þeir, er hafa ríkjandi eiginleikann, eru tvens konar, því sumir eignast óblandað afkvæmi (með ríkjandi eiginleika), en afkvæmi hinna er blandað. Full vissa er og fyrir því, að víkjandi eiginleikar ganga í ætt til afkvæmisins.

Regla Mendels er afarmikilvæg fyrir víxlfrjóvgunina. Það er þannig augljóst, að sé eiginleiki sá, er vér sækjumst eftir að festa, háður þessari reglu, er ekki vonlaust, að takast megi að koma upp kynung, er sé kynfastur í ákveðna átt, og það jafnvel við víxlfrjóvgun. Þó er þess einkum að vænta, ef hinn eftirsótti eiginleiki er víkjandi, og kemur þannig alls ekki í ljós í fyrsta ættlið bastarðsins. Þegar er eiginleikinn kemur í ljós í öðrum ættlið, má búast við að hann haldist stöðugt hjá afkvæmunum. Þó kynlegt muni þykja, má búast við beztri niðurstöðu einmitt þegar víxlfrjóvgenda afkvæmin (1. bastarð-

liður) alls ekki bera á sér það einkenni, sem eftir er sózt. Það er því um að gjöra að vera þolinmóður og bíða þangað til reynsla er fengin um 2. ættliðinn. Að því er snertir þess konar kynblendingarækt, er hér ræðir um, er það augljóst, að ættartölubækurnar verða að vera sem nákvæmastar. Þótt mikið starf sé að rita slíkar bækur, borgar það sig mætavel. Í Svalöf reyndist þannig, að það tók 11—12 ættliði að koma upp kynföstum bastarðkynungum af ýmsum aliplöntum, er hvorki aðferð Vilmorins var viðhöfð né ættartölubækur ritaðar. En eftir að nýju aðferðirnar voru teknar upp, tók það aðeins 3—4 ættliði.

Það hefur komið í ljós við hinar mörgu rannsóknir á bastörðum, að regla Mendels er alls ekki algild. Vér getum hér tveggja bastarðsflokka, þar sem báðir eiginleikar tvenningarinnar koma í ljós þegar í 1. ættlið. Í öðrum flokknum kemur annað einkennið í ljós á víð og dreif við hliðina á hinu og bastarðurinn verður því flekkóttur. Við víxlfrjóvgun vissra plöntutegunda með hvítum og rauðum krónublöðum kemur upp afkvæmi með hvít- og rauðrákóttum krónublöðum. I hinum flokknum renna eiginleikarnir algjörlega saman, og þannig myndast nýr eiginleiki, er stendur mitt á milli þeirra. Eitt hið ljósasta dæmi þess er hörundslitur Múlattanna; hann er móleitur og því bjartari en litur Svertingja og dekkri en litur hvítra manna. Bastarðafkvæmi hinna algengu hvítu bauna og hinna hárauðu prjálbauna hefur og ljósrauðar krónur. Hið sama á sér og stað að því er snertir annars konar eiginleika, t. a. m. blómgunartíma; víðitegund nokkur blómgast 3. apríl og önnur víðitegund 17. apríl, en bastarðafkvæmi þeirra blómgast 10. apríl.

Þannig er það augljóst, að sambrigði geta myndast við víxlfrjóvgun. Og svo virðist sem því sé einnig þannig varið í þeim tilfellum, sem báð eru

reglu Mendels. Svo er nefnilega mál með vexti, að báðir einstaklingar þeir, er sameinast við víxlfrjóvgunina, eru svo að segja ávalt frábrugðnir í ýmsum einkennum. Séu allir eiginleikarnir háðir reglu Mendels, fær bastarðurinn aðeins einn eiginleika úr hverri tvenningu, og mjög oft á það sér stað, að hinn ríkjandi eiginleiki í sumum tvenningum finst hjá föðurnum, en í öðrum hjá móðurinni. Bastarðurinn ber því viss einkenni, er benda á föðurinn, og önnur, er benda á móðurina, og heildarkenni hans verður þannig mitt á milli foreldranna.

Eins og fyr var getið, á alt, er nú hefur sagt verið, aðeins við hin óbrotnu tilfelli, er aðeins ein víxlfrjóvgun hefur átt sér stað. En nú munum vér íhuga ættgengisfarið, er margítrekuð víxlfrjóvgun hefur átt sér stað.

Ítrekuð víxlfrjóvgun er með óbrotnustu sniði þegar bastarðurinn og annað stofnforeldrið víxlfrjóvgast. Í töfluformi lítur það þannig út:

A víxlfrjóvgað við B

Bastarður, sem víxlfrjóvgast við A

Afkvæmi það, er myndast við seinni víxlfrjóvgunina, verður líkara A en fyrsti bastarðurinn. Þess er fyr getið, að hinar gulkímdu ertur, er mynduðust við víxlfrjóvgun gul- og grænkímdra einstaklinga, gátu af sér blandað afkvæmi við sjálffrjóvgun 75 % gular og 25 % grænar ertur. Sé nú bastarðurinn víxlfrjóvgaður við hinn grænkímda stofn, verða afkvæmin þannig, að 57 % eru gulkímd og 43 % grænkímd, og nálgast það frekar hinn grænkímda stofn, er svarar til A í töflunni.

Sé nú víxlfrjóvgunin milli AB-bastarðsins og A ítrekuð, líkist afkvæmið meir og meir A. Það má

því næstum því komast svo að orði, að breyta megi einni tegund í aðra. Meðal annarra hefur Þjóðverjinn Gärtner framkvæmt ýmsar tilraunir, er lúta að þessu atriði. Hann komst að raun um, að það tók hér um bil 3—6 ættliði að breyta þannig einni tegund í aðra við ítrekaða víxlfrjóvgun. Tilraunirnar studdust við blómspora —, negul- og tóbaksplöntutegundir. Í alidýraræktinni má og breyta einum kynung í annan við gagngerða víxlfrjóvgun.

Séu nú í stað móðurtegundanna einhverjar aðrar tegundir teknar til víxlfrjóvgunar, má búast við fleiri eiginleika sameiningum en áður. Þegar garðyrkjumenn viðhafa víxlfrjóvgun, til þess að framleiða ný tilbrigði, er víxlfrjóvgunin venjulega margítrekuð meðal svo fjarskyldra tegunda, sem á annað borð geta tímgast saman. Þannig eru til víðibastarðar, er komnir eru upp við víxlfrjóvgun 8 frábrugðinna víðitegunda.

Áður en vér lúkum máli voru um bastarðana, getum vér ekki stilt oss um að drepa á eitt mikilvægt atriði, er vér ætlum oss að athuga nákvæmar í síðasta kafla bókarinnar. En það er, hvort bastarðarnir beri með sér nýja eiginleika, eða hvort þeir aðeins hafi eiginleika foreldranna í öðrum sameiningum. I allflestum tilfellum á hið síðartalda sér stað, og þótt stundum virðist að því sé ekki svo varið, má skýra það á ýmsan hátt. Naudin komst að raun um, að við víxlfrjóvgun tveggja hvítblóma broddeplategunda kom upp bastarður með brúnrauðum stönglum og ljósbláum blómum, en svo virðist sem þessir eiginleikar finnist ekki hjá foreldrunum. En sé betur að gætt, verður sú raunin á, að annað foreldrið hefur brúnrauða stöngla á æskuskeiði. En þessi eiginleiki kemur í ljós hjá bastarðinum á hærra stigi samhliða bláum blómum, og svipað er því varið með aðrar bláblóma tegundir. Tschermak komst einnig að raun um, að

ertutegund ein með örlitlum rauðum deplum á fræjunum, við víxlfrjóvgun við tegund án slíkra depla, gat af sér bastarð með stærri rauðum deplum. Bæði þetta og önnur dæmi sýna, að eiginleikar foreldranna geta komið fram á bastörðunum á hærra stigi. Það getur því auðveldlega átt sér stað, að mönnum sjáist yfir þessa eiginleika hjá foreldrunum, og að menn þess vegna álíti að nýir eiginleikar hafi birzt hjá bastarðinum. Það er mjög sjaldgæft, að nýir eiginleikar komi fram hjá bastarðinum. Reyndar vitum vér þess dæmi, að tvær baunategundir, sem alls ekki höfðu svört fræ, gátu af sér bastarð með svörtum eða svartdröfnóttum fræjum. En jafnvel í þessu tilfelli er reynslan ekki nægilega sannfærandi, því vér þekkjum aðra baunakynunga með svörtum fræjum. Það gæti því hugsast, að víxlfrjóvgunin hefði ekki framleitt neitt nýtt, en vakið á ný dottandi eiginleika gamals ættstofns, og bæri þannig vott um áavísi, og er oss það kunnugt frá ýmsum víxlfrjóvgunartilraunum og meira að segja frá tilraunum Mendels (sbr. ættartöluna á 61. bls.). Það er sama á hvaða hátt menn vilja skýra slík fyrirbæri, þá eru þó engar líkur til, að nýir eiginleikar komi frekar í ljós hjá bastarði en hjá venjulegu afkvæmi.

V.

Afstaða ýmsra eiginleika sín á milli.

Vér höfum hér að framan hvað eftir annað tekið fram, að það væri undirstaða allra ættgengisrannsókna, að sundurliða heildarkenni hinna ýmsu dýra og plantna í einstaka eiginleika og rannsaka svo hvern eiginleik út af fyrir sig. Vér höfum og í köflunum næst á undan viðhaft þessa aðferð og því getað leitt í ljós nokkrar almennar ættgengisreglur. En reglur þessar eru auðvitað aðeins í fullu gildi, þegar einstaklingar þeir eða einstaklingadeildir, sem um er að ræða, aðeins eru frábrugðnar í einum eiginleik, eins og t. a. m. ýms hvítblóma plöntuafbrigði í samanburði við stofnforeldri þeirra með öðruvísi litum blómum. Venjulegast eru einstaklingarnir frábrugðnir í meira en einum eiginleik; það er því mjög mikilvægt atriði, að rannsaka hvort þessir frábrugðnu eiginleikar fylgjast að eða hvort þeir eru óháðir sín á milli.

Að því er snertir nytjaverurnar, er það mjög mikilvægt atriði, hverja afstöðu eiginleikarnir hafa sín á milli. Eiginleikar þessara vera eru, eins og fyr er getið, tvens konar: nytsamir og gagnslausir. Alloft eru nytsömu eiginleikarnir efnalegir eða snerta lífseðlið, það er að segja: þeim er svo varið, að allýtarlegar rannsóknir þarf til að finna þá. Til að

framkvæma rannsóknir þessar, þarf bæði sérstök áhöld og sérstaka þekkingu, eins og t. a. m. til að ákveða nythæð kúnna, fitumagn mjólkur, sykurmagn sykurrófna, næringarmagn fóðurrófna eða smárategunda o. s. frv. Það væri því hinn mesti hægðarauki, ef vér gætum notað aðra eiginleika, sem auðveldara er að sjá, til að meta eftir gildi búfjár vors og aliplantna. Væri lögbundið samband milli útvortis, en í sjálfu sér gagnslausra, einkenna, er auðvelt væri að finna með því blátt áfram að skoða dýrið eða plöntuna, og innvortis nytsemdareinkenna, væri þetta hægðarleikur; vér gætum þá komist hjá hinni erfiðu rannsókn, og látið oss nægja að meta eftir útvortis einkennum, og það væri miklu auðveldara. Ýmsir, er fást við plöntu- og alidýrarækt, halda því fram, að lögbundið samband sé milli útvortis og innvortis eiginleika. Kenning þessi heldur því fram, að auðið sé að meta eftir útvortis lögun, án þess að tillit sé tekið til innvortis nytsemdar eiginleika. En sumir halda því fram, að þess konar lögbundið samband eigi sér ekki stað. Um þetta atriði er stöðug barátta um allan hinn mentaða heim, og í Danmörku hafa menn sérstaklega gefið gaum að henni síðan Stribolt véfengdi gildi útvortis mats að því er nautarækt snertir. Eins og fyr er getið, er þetta atriði næsta mikilvægt bæði í vísindalegu og verklegu tilliti, og munum vér því leitast við að skýra það á alla bóga, og ætlum vér þá sérstaklega að styðjast við plönturíkið, því það er bezt rannsakað í þessu efni, og þar er auðveldast að fá glögt yfirlit.

Séu nú fyrst og fremst hinar ýmsu plöntutegundir athugaðar nánar, komumst vér að raun um, að þær eru hver annari frábrugðnar að mörgu leyti. Tökum vér t. a. m. stikilsber, sólber og ribs til athugunar, reynast þessar tegundir frábrugðnar að mörgum útvortis eiginleikum, og sé bygging grein-

anna rannsökuð í sjónauka, verður sú raun á, að hver þessara þriggja tegunda hefur sitt einkenni. Þótt vér t. a. m. aðeins höfum einstakt blað til athugunar, getum vér því séð hvort það er af sólberjaplöntunni, og með því að rannsaka einstakt blað, getum vér skýrt, hvernig útvortis og innvortis eiginleikar plöntunnar eru. Að svipaðri niðurstöðu mundum vér og komast, þótt vér aðeins hefðum ofurlitla trjáflís til athugunar. Á þessu samræmi milli hinna ýmsu eiginleika byggist það og, að vér getum skilið, hvernig plöntugróður löngu liðinna tíma hefur litið út, með því að rannsaka blaðleifar, greinbúta, fræ og þess háttar í mómýrum og öðrum jarðlögum. En við þess konar rannsóknir komumst vér skjótt að raun um, að fylstu varúð þarf að viðhafa við allar ályktanir. Í vissum jarðlögum finna menn t. a. m. einkennilega bygða trjábúta, sem ekki verður með vissu um sagt hverrar tegundar séu; þeir geta nefnilega verið af tveim jafnólíkum tegundum og greni eða barrfelli. Að því er þessar tvær tegundir snertir getum vér því ekki, þótt búast mætti við því, metið innvortis byggingu eftir útvortis lögun, né skilið útvortis lögun eftir innvortis útliti. Það fer og á sömu leið, er vér athugum plöntudeildir, sem ná yfir margar smátegundir, eins og t. a. m. lokasjóð, augnfró og aðrar fleiri; vér rekumst á aragrúa af sameiningum einstakra eiginleika. Stundum hafa menn blátt áfram reiknað út, að tegundir með vissum eiginleika sameiningum vantaði, og menn hafa leitað þeirra og meira að segja fundið þær. Þetta alt saman bendir á, að eiginleika sameiningar einstakra tegunda séu aðeins sprotnar af tómri tilviljun, og að vér getum stöðugt búist við að rekast á eiginleika sameiningar, er oss hafa verið ókunnar áður. Meðal aliplantna hefur Helweg bent á samræmi milli útvortis og innvortis byggingar, er á sér stað hjá runkelrófum og sykurróf-

um. Afbrigði þessi eru mjög einkennileg að útvortis útliti, og runkelrófurnar eru og alleinkennilegar innvortis, því þær hafa í sér alllítið af næringarefnum, en sykurrófurnar eru forðaríkar. En með þessu er hvorki meira né minna sagt, en að því sé svo varið samkvæmt þekkingu nútímans, og reynsla sú, er getið var um rétt á undan, hvetur til hinnar mestu varúðar; og vel má búast við að það komi upp úr kafinu, að vér rekumst á runkelrófur, sem líkist sykurrófum innvortis, eða sykurrófur með runkelrófna innihaldi.

Með hugleiðingum þessum verður þó auðvitað enginn fullnaðarúrskurður kveðinn upp, og þær benda aðeins á, að það geti verið nokkrum efa bundið, hvort lögbundið samband eigi sér stað meðal hinna ýmsu eiginleika. Úrslit þessa máls eru komin undir tilraunum, og þess konar tilraunir má framkvæma með víxlfrjóvgun frábrugðinna tegunda.

Mendel framkvæmdi fyrstur manna tilraunir í þessa átt, og niðurstaða sú, er hann komst að, hefur verið staðfest af Rimpau, de Vries, Correns og mörgum öðrum bastarðfræðingum.

Til skýringar getum vér um eina af tilraunum Mendels. Foreldrarnir voru frábrugðnir í tveim eiginleikatvenningum. Hér var um að ræða tvær ertutegundir, og hafði önnur þeirra hnöttótt fræ með gulu kími, en hin strend fræ með grænu kími. Ertur þær, er komu upp við víxlfrjóvgunina, voru allar eins og höfðu hnöttótt fræ með gulu kími. Eiginleikatvenningar foreldranna voru:

a) hnöttótt — strend lögun,
b) gult — grænt kím.

Hnöttótta lögunin og guli liturinn eru þannig ríkjandi eiginleikar, og hinir víkjandi.

Samkvæmt því, er fyr er getið (bls. 59—62), koma hinir víkjandi eiginleikar aftur í ljós í 2. ætt-

lið, og það meira að segja í öllum 4 hugsanlegum sameiningum við hina ríkjandi eiginleika; afkvæmin eru því: hnöttótt — gul, hnöttótt — græn, strend — gul og strend — græn. Það er með öðrum orðum: eiginleikar þeir, er virtust vera tengdir fast saman hjá foreldrum og fyrsta bastarðsliðs, eru nú aðskildir og hafa gengið í aðrar sameiningar.

Sé nú athugað, hvernig þessu er varið í næstu ættliðum, getum vér skjótt glöggvað oss á því, ef vér höfum hugfast, hvað fyr hefur sagt verið; nefnilega, að afkvæmi einstaklinga með ríkjandi eiginleikum fær aðeins víkjandi eiginleika, með öðrum orðum: það er kominn upp kynfastur kynungur í þessu tilliti. Allar grænu erturnar gátu í þessu tilfelli þannig einungis af sér grænt afkvæmi. Sé græni liturinn samfara öðrum víkjandi eiginleika: strendni, kemur upp stofn, sem er kynfastur með tilliti til beggja þessara eiginleika. Höfum vér aftur á móti fyrir oss eiginleikasameininguna: grænn — hnöttóttur, verða afkvæmin sumpart strend og sumpart hnöttótt, en öll eru þau græn. Svipað er og afkvæmum gulu fræjanna farið; gular og strendar ertur geta af sér gular — strendar og grænar — strendar ertur, af því strendnin er víkjandi, en guli liturinn ríkjandi eiginleiki; gular hnöttóttar ertur geta af sér afkvæmi með öllum 4 hugsanlegum eiginleika samtengingum, af því báðir eiginleikarnir eru ríkjandi:

I töfluformi lítur þetta þannig út:

Foreldrar:	hnöttótt gul × strend græn			
1. bastarðliður:	hnöttótt gul			
2. bastarðliður:	hnöttótt gul	hnöttótt græn	strend gul	strend græn
3. bastarðliður:	hnöttótt gul hnöttótt græn strend gul strend græn	hnöttótt græn strend græn	strend gul strend græn	strend græn

Af þessu ályktum vér því, að þótt full vissa sé fyrir að einstakur eiginleiki sé ættgengur, er alls óvíst að aðrir eiginleikar verði honum samferða; þótt græni liturinn sé áreiðanlega ættgengur, getum vér ekki af því ályktað, að hnöttótta lagið sé ættgengt í þeim tilfellum, er þessir eiginleikar eru samfara.

Með þessu er þó ekki sagt, að ekki sé mögulegt að koma upp kynföstum víxlfrjóvgunar kynungum nema með víkjandi eiginleikum. Samkvæmt því, er fyr er getið, eignast sumir einstaklingar með ríkjandi eiginleikum kynfast afkvæmi. Sama á sér stað hér. Séu afkvæmi hvers einstaklings athuguð ýtarlega, verðum vér þess skjótt vísir, að upp koma kynfastir kynungar með öllum mögulegum samtengingum af eiginleikum hinna upprunalegu stofnforeldra, í þessu tilfelli fjórum. Og þó virtust eiginleikarnir vera órjúfanlega samtengdir hjá stofntegundunum.

Bæði þessar tilraunir og margar aðrar, er gjörðar hafa verið með bygg, hveiti, hafra, skrúðstjörnu, broddepli og margar aðrar plöntur og dýr, t. a. m. hæns og mýs, sýna þannig, að einstakir eiginleikar ganga í ætt óháðir hver öðrum. Þannig má blátt áfram reikna út, hve mörg afbrigði muni koma upp við víxlfrjóvgunina, ef vér vitum, í hve mörgum eiginleikum stofnplönturnar eru frábrugðnar. Séu tvær eiginleikatvenningar frábrugðnar, koma fram 4 eiginleika sameiningar, séu tvenningarnar 3, verða sameiningarnar 8 o. s. frv. Tilraunir Mendels og annarra náttúrufræðinga hafa sýnt, að þessi reikningur er réttur.

Af því, er nú hefur sagt verið, leiðir og, að það er ómögulegt að meta innra gildi eftir útvortis útliti, þegar ræða er um bastarða eða einstaklinga, sem hafa ókunnan uppruna og því sennilega hafa í sér mjög „blandað blóð“.

Stígum vér nú feti framar og athugum, hvernig þessu er varið innan markalínu tegundarinnar, kynungsins, stofnsins eða yfirleitt í deildum þeim, sem innihalda einstaklinga aðeins frábrugðna að stigmun á hinum ýmsu eiginleikum, verður fyrir oss sú spurning: hvort ekki gæti verið mögulegt, að hér væri þess konar samband milli eiginleikanna, að vöxtur eins hefði í för með sér vöxt (eða ef til vill afturför) annars?

Fyrst um sinn tökum vér aðeins einstaka einstaklinga og athugum þá í uppvextinum. Á þann hátt verðum vér þess áskynja, að margir eiginleikar í raun og veru eru nátengdir saman. Ef vér athugum mjög unga peru, t. a. m. skömmu eftir blómgunina, komumst vér að raun um, að hún er fest á örmjóan og veikbygðan stilk. Um leið og peran þroskast og verður bæði stærri og þyngri, breytist stilkurinn og verður bæði digrari og miklu sterkari, því stoðfrumur hafa myndast hið innra. Þannig gefst oss á að líta, að tveir eiginleikar: stærð perunnar og styrkleiki stilksins breytast samtímis, og þar sem þetta ávalt á sér stað, er hér auðvitað um lögbundið samband að ræða. Þetta köllum vér sambreyting *(korrelation)*, og er nytsemi hennar augljós; því stærri sem peran verður, því sterkari stilk þarf til að bera hana. Ef vér þyngjum peruna með því, að hengja lóð á hana, verður niðurstaðan sama, og stilkurinn verður ennþá sterkari. Í dýraríkinu þekkjum vér svipað dæmi upp á sambreytingar. Gamlir hirtir og elgir hafa afarþung horn, en um leið og hornvöxturinn eykst, verða hálsvöðvarnarir sterkari og beinraðirnar, sem vöðvarnir eru festir við, stærri, taugar og æðar hálsvöðvanna þroskameiri o. s. frv. Þannig er augljóst, að aukinn hornvöxtur hefur í för með sér breyting margra annarra eiginleika; nytsemin er og

augljós í þessu tilfelli og samhengið milli hinna einstöku liða í fyrirbærinu auðskilið.

Vér þekkjum svipaðar sambreytingar, sem þó ganga í öfuga átt, t. a. m. hjá kappöldum plöntum. Stönglar þeirra og blöð verða mjög þroskamikil, en blómvextinum fer aftur. Hjá ýmsum barrtrjám, sem gróðursett eru í ófrjóum jarðvegi, er þessu öfugt varið: stönglum og blöðum fer átakanlega aftur, en plönturnar bera aftur á móti fjölda blóma og köngla. Hinir ýmsu eiginleikar eru einnig í þessum tilfellum háðir hver öðrum, en þó þannig, að einn eiginleikinn útrýmir eða hamlar öðrum.

Loks skal þess og getið, að kynferðið skapar einstaklingum margra dýrategunda snið, þannig að auðvelt er að greina karldýr frá kvenndýri eftir öðrum einkennum en sjálfum kynfærunum. Það er alkunnugt, að aukinn hárvöxtur, fjaðratoppar, húðkambar, frábrugðin rödd o. s. frv., einkenna karldýrin. Það er augljóst, að þessir eiginleikar standa í beinu sambandi við þroskun kynfæranna, því karldýr, sem gelt hafa verið á unga aldri, bera ekki á sér kynseinkenni karldýranna.

Þetta nægir til að sýna, að sambreytingar í raun og veru eiga sér stað í lífi einstaklingsins. Þó skal þess þegar getið, að rannsaka verður mesta sæg einstaklinga og jafnframt að framkvæma tilraunir til frekari tryggingar, til þess að sanna að sambreytingar eigi sér stað. Að öðrum kosti er hætt við, að tilviljanir leiði oss villa vegar. Kynfasta sambreytingin ber þannig blátt áfram vott um, að hin ýmsu líffæri einstaklingsins vinni saman sem ein heild og ennfremur sýnir hún samræmið milli hinna ýmsu parta líkamans.

Það er þó venjulegast, þegar fullyrt er að samband eigi sér stað milli ýmsra eiginleika, að ekki er um að ræða svo stöðugar sambreytingar, heldur er það tilviljunin ein, er oft skipar mjög ósam-

kynja eiginleikum saman. Þannig er sagt, að runkelrófurnur hafi því meira þurefni sem þær eru minni, að sykurrófum sé gjarnara að kvíslast, ef þær hafi mikið sykurmagn, að hveiti sé því herkjumeira sem það gefi betri uppskeru o. s. frv. Sé nú þessu þannig varið, er að ræða um samband milli breytileiks hinna umræddu eiginleika, þannig að einstaklingar, sem eru yfirbrigði í einu tilliti, verða og yfirbrigði í öðru tilliti, — eða öfugt: yfirirbrigði með tillilti til eins eiginleika verða undirbrigði með tilliti til annars. Þess konar lögbundinn breytileiki frábrugðinna eiginleika köllum vér sambreytileik *(korrelativ variabilitet)*.

Þess hefur verið getið hér á undan, að rannsókn vor þá fyrst stæði föstum fótum, er oss auðnaðist að tákna breytileiksfar hvers eiginleika með tölustöfum. Þannig er því og varið með sambreytileikann, og fyrst þá er vér höfum rannsakað marga einstaklinga, er oss auðið að sjá, hvort hér sé um nokkra reglu að ræða og hvort hún sé nokkurs verð til að meta eftir nytsömu eiginleikana. Í þessu tilfelli fer og á sömu leiðina og fyr er getið: að það er fjarska mikill munur á að hafa fyrir sér meðaltal, er styðst við ósamkynja plöntur, eða að rannsaka hvern einstakling nákvæmlega, og munum vér skýra það frekar með dæmum.

Hinn þýzki búnaðargrasfræðingur Schindler og margir aðrir hafa haldið því fram, að ómögulegt væri að sameina marga nytsama eiginleika hjá einni aliplöntu, og skoðun þessi hafði við að styðjast ýmsar einstakar talninga-rannsóknir. Menn álitu þannig, að það væri ómögulegt að sameina hjá byggi þá tvo eiginleika: að kornin væru stór og hefðu í sér lítið af holdgjafa, því reynslan sýndi, að kornin innihéldu því meiri holdgjafa sem þau voru stærri, og menn hlutu að álíta það óheppilegt. Hinn danski grasafræðingur W. Johannsen hefur

rannsakað þetta atriði ýtarlega. Við þessar rannsóknir viðhafði hann sömu aðferðina og við baunarannsóknirnar, sem vér höfum getið um fyr. Byggplönturnar höfðu vaxið við svo lík kjör sem mögulegt var, og ávöxtur hverrar plöntu var uppskorinn út af fyrir sig og rannsakaður nákvæmlega. Til þess að hafa bráðabirgðaryfirlit yfir allar plönturnar, skipaði Johannsen þeim í deildir eftir meðalþyngd kornanna, þannig að í einni deild voru allar plöntur með kornþyngd frá 45 til 49,9 millígrömm o. s. frv., þvínæst reiknaði hann út, hve mikinn holdgjafa hver planta hefði í hverjum hundrað einingum, og reyndist það á þessa leið:

Deild. Tala:	Kornþyngd í millígr.	Til jafnaðar af holdgjafa (%)
1	45—49,9	1,37
2	50—54,9	1,43
3	55—59,9	1,55
4	60—64,9	1,70

Þessar tölur staðfesta og regluna: að því þyngri sem kornin eru, því meiri holdgjafa hafa þau í sér. Það lítur því svo út, sem vér getum dæmt um holdgjafamegnið eftir kornþyngdinni, og það gæti virzt svo, að ómögulegt væri að koma upp stofni, er hefði stór korn en lítinn holdgjafa. Við nánari rannsókn reyndist þó, að þessu er ekki þannig varið.

Sé hver einstaklingur rannsakaður út af fyrir sig, verður niðurstaðan önnur. I fyrstu deild eru t. a. m. 21 einstaklingur og holdgjafamegn þeirra er frá 1,10% til 1,59%, það er að segja: sumir einstaklingarnir hafa tiltölulega lítinn holdgjafa, en aðrir tiltölulega mikinn. Í fjórðu deild eru einstaklingar með 1,50% til 1,99% holdgjafa, það er að segja: sumir hafa tiltölulega lítinn holdgjafa, en aðrir mjög mikinn. Reglan hljóðaði svo, að stór korn hefðu mikið af holdgjafa en smá korn lítið. En nú

reynist það svo, er hver einstök planta er rannsökuð út af fyrir sig, að þessu er eigi allsjaldan öfugt varið, og sumar plönturnar hafa smá korn með miklum holdgjafa og stór korn með litlum. Undantekningar þessar eru alltíðar, hér um bil 30% af tölu hinna rannsökuðu einstaklinga, og ef vér ætlum oss að meta innihaldið (holdgjafamegnið) eftir ytra útliti (kornþyngdinni), verður dómur vor réttur í 7 af 10 tilfellum, en rangur í þremur.

Krarup komst að svipaðri niðurstöðu við rannsóknir, er snertu fitumagn og kornstærð hafra. Hjá höfrum var það álitin regla, að stóru kornin væru mögur, en litlu kornin feit. Við rannsókn á hverri einstakri plöntu komu undantekningarnar í lós, og sumar plöntur höfðu stór og feit korn, en aðrar höfðu lítil korn og mögur. Þó voru undantekningarnar færri hjá bygginu.

Í báðum þessum tilfellum studdist rannsóknin við jafnaldra einstaklinga. En það er kunnugt, að hér er ekki um einingu að ræða, heldur plöntufélag, er má sundurliða í beina ættleggi (sjá að framan 45. bls.). Það er því um að gjöra, hvort ekki mætti takast að koma upp beinum ættleggjum, sem væru mismunandi lögum háðir, að því er sambreytileikann snertir. Téðar undantekningar virðast benda í þá átt, og Johannsen hefur og tekist að einangra nokkra þess konar ættleggi, suma með þungum kornum og litlum holdgjafa, en aðra með meðalþungum kornum og miklum holdgjafa. Meðal hinna upprunalegu rannsóknarplantna voru undantekningarnar fáar, og þannig er því varið með hina frábrugðnu ættleggi, þeir eru sjaldgæfir, en eru þó til, og því er ekki vert að gefast upp að leita þeirra. Krarup hepnaðist og að einangra hafraættlegg með þungum kornum og meðalfitumagni, en honum tókst ekki að finna ættlegg með þungum kornum og miklu fitumagni.

Samkvæmt rannsóknum Johannsens virðist sambreytileikinn vera meiri í beinu ættleggjunum, og að því er þá snertir mætti því frekar meta innra gildið eftir útvortis útliti. En að því er kemur til beinna ættleggja er það öldungis gagnslaust, því það stendur á sama, eins og fyr er getið, hverjir einstaklingar eru teknir til undaneldis. Ættleggurinn heldur sér óbreyttum, hvort heldur vér veljum eftir nytsömum eða gagnslausum eiginleikum.

Niðurstaðan, sem vér komumst að við þessar rannsóknir, er því sú: að því meir sem vér fjarlægjumst þær plöntur (þ. e. sjálffrjóvgandi plöntur), sem geta myndað beina ættleggi, og nálgumst plöntur með aðfrjóvgun, eða dýrin, sem eðla sig af handahófi, því minna er samhengið milli hinna ýmsu eiginleika, og hjá bastörðum rekumst vér á tóman glundroðann í þessu efni.

Í langflestum tilfellum er undirstaðan alt of veik til þess að óbeinlínis mat (þ. e. að meta innihald eftir útvortis útliti) verði bygt á henni, og því hljótum vér, hve erfitt sem það kann að vera, að meta gildi nytsömu eiginleikanna svo beinlínis sem auðið má verða.

Vilji menn draga þá ályktun af því, er nú hefur sagt verið, að mat eftir útvortis útliti plöntu (eða dýrs) væri yfir höfuð að tala gagnslaust, þá er það ekki með öllu rétt. Ymsa nytsama eiginleika má aðeins skynja með augunum. Dæmi þessa eru oss kunnug frá rófnaræktinni: það er útvortis eiginleiki, að rófur eru kvíslaðar, og má með sanni segja að það sé óheppilegt, því bæði er erfitt að kippa kvísluðum rófum upp úr jörðinni og alt of mikil mold berst með þeim inn í húsin. En kvísluðum rófum er ekki hafnað af þeirri ástæðu, að menn álíti að útlit þeirra beri með sér, að þær séu arðminni eða að menn haldi, að ókvíslaðar rófur í sjálfu sér beri meiri arð.

Að því er matið snertir, er það mergurinn málsins að rannsaka einstöku eiginleikana, hvort sem þeir eru útvortis eða innvortis, og hvort sem þá má skynja með auganu eða efnarannsókn þarf til að finna þá. Að því er hvern einstakan eiginleik snertir, verður að leiða í ljós, hvort hann er nytsamur eða gagnslaus. Að öðrum kosti verðum vér að gjöra tilraunir með alt of marga eiginleika, svo kynbótatilraunirnar verða bæði of umsvifamiklar og of kostnaðarsamar. Umfram alt verður að hafa hugfast, að alls konar óbeinlínis mat er mjög svo ótryggur grundvöllur fyrir ræktunina.

VI.

Afstaða æfikjaranna við ættgengið.

Í uppvextinum, eða meðan egg og kím eru að þroskast og ná fullorðins gervi, verður hvert dýr og planta fyrir margs konar áhrifum. Fyrst og fremst stafa áhrifin frá öllu því, sem nauðsynlegt er til að halda líkamanum við og þroska hann, svo sem: fæðunni, loftinu, hitanum, ljósinu o. s. frv., — án þessa er öll þróun ómöguleg. En þar að auki verður sérhver lifandi vera fyrir ýmsum áhrifum, er tilviljunin ein ræður. Oft vill það til, að dýr og plöntur verða fyrir áverkum eða ýmsum sjúkdómum, er stafa frá skaðlegum gerlum, sveppum eða áhrifum eiturefna o. s. frv. Alt það, sem á ýmsa vegu hefur áhrif á einstakligana, köllum vér með einu orði: „æfikjör“.

Hver maður veit, að það er að mjög miklu leyti undir æfikjörunum komið, hvort æfin verður skömm eða löng og hverju þroskastigi eiginleikar einstaklinganna ná, er mestu skiftir í þessu samhengi. Æfikjörin skapa dýrum og plöntum snið, jafnt að því er snertir ytri sem innri eiginleika.

Breytingar þær, sem eiginleikarnir verða fyrir af völdum breyttra æfikjara, eru venjulega mjög svo óbrotnar, því þar er ekki annað um að ræða en hærra eða lægra þroskastig. Kappalið dýr eða planta dafn-

ar vel, verður stórvaxið og hefur mikið vinnuþol. Einstaklingar, sem eiga við lélegt eldi að búa, verða veikbygðir, þollitlir og smávaxnir og þeir eignast rýr afkvæmi. Munurinn á „feitu“ og „mögru“ einstaklingunum getur jafnvel verið svo mikill, að oss gæti virzt þeir svo frábrugðnir, að vafasamt væri hvort þeir gætu talist til sömu tegundar. Ljósskorturinn breytir og útliti plantnanna á svipaðan veg. Plöntur, sem eiga við myrkur eða daufa birtu að búa, verða renglulegar, litfölar og lausbygðar. Í fullu ljósi verða plönturnar dökkgrænar, þéttbygðar og hafa vel þroskaða stoðvefi.

Áhrif æfikjaranna eru því oft þröskuldur í vegi við ættgengis tilraunir. Þess er fyr getið (47. bls.), að erturnar þroskuðust eitt árið ver en árið á undan, af því árferðið var verra. Hefðum vér í þessu tilfelli aðeins haft fyrir oss einn einstakan beinan ættlegg, er t. a. m. var kominn af stórum baunum og þannig taldist til stórvaxinna ættleggja, mundum vér hafa komist að raun um, að afkvæmið yrði smávaxið; oss hefði því, ef til vill, virzt að ættleggurinn hefði breytt sér; því er þó ekki þannig varið, og kemur það í ljós, er ættleggurinn er miðaður við hina aðra ættleggi, er vér höfðum fyrir oss. Ættleggurinn er tiltölulega stórvaxinn þrátt fyrir alt. Sé um marga ættleggi að ræða, er röðin venjulegast eins, hvort sem kjörin eru „blíð eða stríð“. Stórvöxnu ættleggirnir verða ávalt stórir og litlu ættleggirnir ætíð smávaxnir. Ætli menn sér því að komast að raun um, hvern árangur úrvalið hefur að því er snertir kynbætur stofna og kynunga, verður ávalt að velja úr samtímis í mismunandi stefnur, til þess að treysta megi, að t. a. m. heppileg niðurstaða komi ekki af tilviljan einni.

Samkvæmt því, er vér þegar höfum tekið fram, eru endurbætur á æfikjörunum mjög áríðandi til að gjöra aliplöntur vorar og alidýr arðmeiri. Til þess

plönturnar þrífist vel og uppskeran verði sem bezt, er vissasti vegurinn: að bæta meðferðina á jarðveginum, að fjarlægja ónauðsynlegt vatn með skurðum o. s. frv., að bera á hentugan áburð, svo moldin fái nægileg næringarefni. Sömuleiðis er það vissasti vegurinn til að að fá meiri arð af kjöti og smjöri, að fóðrið hafi í sér nauðsynleg næringarefni og sé skamtað mátulega. Alt þetta byggist á meginsbreytingum nytsömu eiginleikanna og þær orsakast af þess konar breytingum á lífskjörunum er vér höfum fult vald yfir og köllum „eldi og hirðingu".

Í sambandi við þetta verður og að geta um, hvernig brúkun eða brúkunarleysi hefur áhrif á líffæri einstakliganna. Á það sér einkum stað í dýraríkinu, og er auðvelt að athuga þær breytingar, er vöðvar, kirtlar o. s. frv. verða fyrir við brúkun. Vinnuþol vöðvanna verður meira við aukna brúkun, og þeir verða um leið venjulegast umfangsmeiri. Hægri handleggurinn er venjulega sterkari en hinn vinstri, af því hann er brúkaður meira. Svipað er því og varið að því er snertir kirtlana; sé t. a. m. annað nýrað tekið burtu, verður það, sem eftir er, að inna af hendi tvöfalda vinnu, en það vex um leið og verður miklu stærra en áður. Af brúkunarleysi leiðir aftur á móti, að vöðvar og önnur líffæri verða rýr og máttlítil.

Auk meginsbreytinganna, er getið hefur verið, þekkjum vér annars konar og gagngerðari breytingar. Eitt hið heppilegasta dæmi upp á þess konar breytingar er tjarnablaðkan *(Polygonum amphibium)*. Jurt þessi er mjög svo frábrugðin eftir því, hvort hún vex í vatni, með stönglana í kafi og blöðin fljótandi á vatninu, eða á þurru landi; vatnsplantan er hárlaus, en landplantan hærð, lögun og innri bygging blaðanna er einnig mismunandi. Það er hægðarleikur að sanna, að frábrigði þessi séu ein og sama tegund, og ekki þarf annað en að sá fræi

landplöntunnar í vatni eða fræi vatnsplöntunnar á þurru landi; sömuleiðis má og skifta jarðstöngli einnar plöntu í tvent og láta annan hlutann vaxa í vatni, og hinn á þurru landi. Sú verður ávalt raunin á, að þær plöntur, sem gróðursettar eru á þurru, verða landafbrigði, en þær, sem gróðursettar eru í

19. mynd. Sólbrá *(Helianthemum)*. A ræktuð á láglendi, B ræktuð á háfjöllum. (Bonnier).

vatni, vatnsafbrigði. Og þó eru þessi afbrigði svo ólík, að þau hafa fyrrum verið skoðuð sem tvær sjálfstæðar tegundir.

Svipaður mismunur á sér og stað milli plöntutegunda, er vaxið geta bæði niðri á sléttlendi og uppi á háfjöllum. Sléttuafbrigðin eru beinvaxin og hafa langa blaðsprota og mjög gisstæð blöð o. s. frv.

Fjallaafbrigðin eru lágvaxin, hafa stutta hvirfingssprota og lítil, dökkgræn blöð. Franskur maður, Bonnier að nafni, hefur sannað, að hið frábrugðna vaxtarlag orsakist í raun og veru af hinum einkennilegu lífskjörum í háfjöllunum. Bonnier rannsakaði fjöldann allan af fjölærum plöntum á þann hátt, að hann skifti hverjum einstakling í tvent og gróðursetti annan hlutann á sléttlendi en hinn upp á reginfjöllum. Á 19. mynd er sýndur árangurinn af einni af tilraunum Bonniers; hver plöntuhlutinn hefur fengið það snið, sem lífskjörin á vaxtarstaðnum skapa.

Þessi dæmi nægja til að sýna, hver áhrif æfikjörin hafa á þroskun eiginleikanna, því hér er um að ræða þess konar breytileik, er á rót sína að rekja til ákveðins ástands í umheiminum. Að því er snertir þann breytileik, er vér höfum fyr getið, er ekki auðið að finna svipað orsakasamband. Þessi breytileiki er honum því frábrugðinn, og er hann kallaður sérstöku nafni: kjarbundinn breytileiki.

Hingaðtil höfum vér aðeins fengist við einstaka einstaklinga, og vér höfum sýnt fram á, að vöxtur þeirra er mjög svo kominn undir æfikjörunum. Um það kemur öllum saman. En nú snúum vér oss að málefni, sem náttúrufræðingarnir eru mjög ósammála um, og það er: hvort takast megi með því að breyta æfikjörunum, að sveigja lífsferil einstaklinganna í svo ákveðna stefnu, að afkvæmin víki ekki frá henni. Þetta er venjulega orðað þannig: Eru „aflaðir“ eiginleikar ættgengir eða ekki. Orðið „aflaður“ er viðhaft hér í ákveðinni merkingu og þýðir, að „nýi“ eiginleikinn, er um er að ræða, hafi myndast við áhrif hita, fæðu, ljóss, raka eða einhvers annars, er vér höfum á voru valdi og getum gjört oss grein fyrir. Ymsir munu, ef til vill,

halda því fram, að orðið 'aflaður' mætti alveg eins viðhafa um eiginleika, er sprotnir væru af tilviljun, [t. a. m. um þá eiginleika, er vér höfum rætt um í köflunum á undan]. Það mætti og jafnvel verja, að viðhafa orðið þannig, en það er ekki málsvenja, og vér tökum því orðið 'aflaður' í hinni alvanalegu merkingu, sem nú var getið. Það hefur valdið miklum ruglingi og vafningum, að menn hafa ekki skilið þetta orð rétt. Aðalástæðan til þess að náttúrufræðingarnir hafa verið ósammála í þessu efni, hefur þó verið sú, að dæmin, sem tekin hafa verið til að skýra málefnið, hafa venjulegast verið illa fallin til þess, að fullnaðar úrskurður gæti bygst á þeim.

Eins og vant er, er það beinasti vegurinn að því er málefni þetta snertir, að framkvæma tilraunir og gjöra rannsóknirnar svo víðtækar, að tilviljana gæti ekki. Rétt á undan höfum vér getið þess, að vatnaafbrigði tjarnablöðkunnar sé óhært, og sé afbrigði þetta ræktað í vatni hvern ættlið eftir annan, verður það ávalt óhært. Það gæti því verið ástæða til að halda, að þessi eiginleiki væri orðinn ættgengur, er kemur ávalt fram á afkvæminu. En það er með öllu rangt, því í hverjum ættlið hafa einstaklingarnir orðið fyrir áhrifum vatnsins, og vér höfum enga vissu fyrir, að það sem vér athugum, sé annað en hin sífeldu áhrif vatnsins á einstaklingana. Til þess að færa sönnur á að hárleysið sé orðið „ættgengur“ eiginleiki, verður að sá fræjum af vatnaafbrigðinu á þurru landi. Verði nú plöntur þær, sem koma upp af fræjunum hárlausar og haldi landafbrigðin stöðugt áfram að vera hærð, verður að skoða eiginleikann sem ættgengan, annars ekki. Við þessar tilraunir megum vér ekki láta oss nægja einstakar eða fáar plöntur, því þó það reyndist svo, að þær héldu vatnseiginleikanum á landi, þá gæti það verið tóm tilviljun, og það gæti

hugsast, að hér væri um að ræða plöntur, er væru hárlausar hvernig sem á stæði. Ef fjöldi plantna hefur hinn „nýja“ eiginleika, getum vér treyst því, að ekki sé um tilviljanir að ræða, sem gætu virzt sönnun fyrir ættgengi hins „aflaða“ eiginleika (þ. e. hárleysinu).

Þá höfum vér lokið hinum almennu hugleiðingum og snúum oss að sérstökum dæmum, til að skýra málefnið frekar.

Menn hafa fyrrum haldið því fram, að limlestingar gætu orðið ættgengar, og menn hafa bent á ýms dæmi, til að styðja þá skoðun. Eitt af þessum dæmum var þannig: að köttur, sem af tilviljun hafði mist rófuna, eignaðist rófulausa ketlinga. En bæði þetta og önnur svipuð dæmi eru að vísu merkileg tilviljun, en nær liggur þó að skýra þau á annan hátt, því rófulausa kattakynunga þekkjum vér; og vel mætti vera, að hinn umgetni köttur hefði eignast ketlinga með þessum afbrigðum, án þess það stæði í nokkru sambandi við að hann hefði mist rófuna. Um þetta verður þó hvorki sagt af eða á, fyr en tilraunir hafa verið gjörðar, og rófurnar teknar af fjöldamörgum dýrum til að sjá, hvaða áhrif það hefði á afkvæmi þeirra. Þess konar tilraunir hefur Weismann framkvæmt á músum; þótt rófan væri skorin af músunum í 22 ættliði, hvern eftir annan, höfðu öll afkvæmin, 1592 að tölu, góða og gilda músarrófu. Svipaðar tilraunir hafa verið framkvæmdar á rottum, og niðurstaðan varð hin sama. Í veraldarsögunni er og getið um tilraunir, er sanna hið sama. Þannig hefur hvorki umskurn Gyðinga né misþyrming á fótum kvenna hjá Kínverjum, sem hvorttveggja hefur átt sér stað öldum saman, haft nokkur áhrif á afkvæmin. Nú á dögum finst því tæplega nokkur maður, er haldi því fram, að limlestingar eða líkamsmeiðingar hjá dýrum og plöntum séu ættgengar.

Hin svokölluðu hnýði *(galler)* bera vott um einkennileg áhrif, er plöntueinstaklingar verða fyrir. Oft eru þau hópum saman, t. a. m. á eikiblöðum á haustin. Orsökin til þessara hnýðismyndana er sú, að hnýðisvespan verpir eggjum sínum á blöðin; en það örvar vöxt blaðfrumanna, og niðurstaðan verður, að hnýðið myndast utan um maðk vespunnar. Víða finnast þess konar hnýði á eikitrjánum ár eftir ár, en þótt plantan örvist þannig stöðugt til vanskapnaðar, koma engin hnýði í ljós, þegar hnýðvespan er ekki í nánd. Væri um að ræða ættgengan mátt hjá plöntunni, til að mynda hnýðin, ætti að minsta kosti að bóla á þeim, þótt engin vespuegg væru á blöðunum.

Í sambandi við þetta víkjum vér málinu að ættgengi sjúkdómanna. En það mál er mjög erfitt viðfangs, og til þess að sagt verði af eða á um það, er nauðsynlegt að orsakir sjúkleikans séu kunnar til hlítar. Þannig hefur því lengi verið haldið fram, að berklaveiki væri ættgeng, og til að styðja það mál, hafa menn bent á, að veiki þessi hafi verið mannskæð í mörgum ættum, hvern ættlið eftir annan. Nú er oss kunnugt að berklaveikin er næmur sjúkdómur, er orsakast af ákveðinni geriltegund, það er því ofur eðlilegt að mikið beri á henni í vissum ættum, því bæði dagleg sambúð og dvöl í herbergjum, sem eru útötuð af berklagerlum, auka sóttnæmið og valda þannig hinum mörgu sjúkdóms tilfellum. Þannig er öllum næmum sjúkdómum varið; sjúkdómsástandið ber að skoða sem afbrigði frá heilbrigðu ástandi, en það er ekki ættgengt; sé sóttkveikjan ekki fyrir hendi, koma veikindin ekki.

Nú á dögum eru allflestir sammála um, að sjaldgæf áhrif eða áhrif, sem koma af tilviljan einni, svo sem limlesting eða sóttnæmi, hafi alls engar ættgengar afleiðingar.

Öðru máli er að gegna, þá er ræða er um

hinar ýmsu tegundir kjarbundna breytileikans, er orsakast af afbrigð æfikjaranna, að því er snertir fæðu, ljós, hita o. s. frv. eða brúkun og brúkunarleysi. Athugunum og tilraunum, er að þessu lúta, má skipa í tvo aðalflokka. Í fyrsta flokki eru þær athuganir, er sýna, að breytingarnar hafa engar ættgengar afleiðingar, í öðrum flokki athuganir, er bera vott um hið gagnstæða.

Sem dæma, er teljast til fyrsta flokksins, skal getið tilrauna nokkurra, er hinir dönsku grasafræðingar Samsöe-Lund og Kiærskou framkvæmdu. Árið 1877 sáðu þeir túrnipsfræi á ýmsum árstíðum. Við vorsáninguna varð undirvöxturinn eins og vant er að vera við rófnarækt. Væri fræinu sáð að haustinu, urðu plönturnar smávaxnar og mynduðu engar eða mjög smáar rófur. Plöntur þessar lifðu úti allan veturinn og blómguðust og báru fræ, er leið á vorið, án þess hinar venjulegu rófur mynduðust. 1878 var nokkru af fræinu sáð að vorinu, og myndaði það venjulegar rófur; nokkrum hluta fræsins var sáð haustið 1878; plönturnar, er upp komu, báru fræ 1879, en mynduðu engar rófur; fræi þessu var sáð sumarið 1879 og komu þá fram venjulegar rófur; það er að segja: þótt rófnavöxturinn hafi verið svo að segja enginn tvo ættliði hvorn eftir annan, hefur tilbrigði þetta alls ekki vanmegnast, að því er rófnavöxtinn snertir. En þó er það spurning, er krefst svars: hvort það kunni að hafa skaðlegar afleiðingar, að halda áfram með þess konar ræktun. Að því, er það snertir, eru aðeins fyrir hendi nokkrar tilraunir með sykurrófur; í þrjá ættliði voru þær ræktaðar sem vetrarsáð, en hnignunin, að því er rófnavöxtinn snerti, var þó örlítil. Það virðist þannig að minsta kosti ekki auðvelt, að framleiða ættgenga eiginleika hjá hinum umræddu plöntum, með því að breyta æfikjörunum, og þó voru breytingarnar á lífskjörunum allsvæsnar. Atriði þetta

er mjög mikilvægt, því mikið af rófnafræinu er einmitt tekið af plöntum, sem hafa lifað úti allan veturinn; og auðvitað væri þessi ræktunaraðferð óhafandi, ef nokkur hnignun, að því er rófnavöxtinn snerti, stafaði frá henni.

Menn hafa einnig gert svipaðar tilraunir með korntegundir. Maður einn í Austurríki, Fruwirth að nafni, framkvæmdi rannsóknir að því er snerti stærð gróðurreitanna. Sé korninu sáð þétt, verða plönturnar smávaxnar, grannar og ókvíslaðar, en sé sáð gisið, verða þær þroskamiklar og mjög kvíslaðar. Fruwirth gjörði tilraunir með hveititilbrigði eitt, og sáði sumu hveitinu þétt, en sumu gisið. Næsta ár gróðursetti hann útsæði frá smáreitunum í smáa reiti, og útsæðið úr stóru reitunum í stóra reiti. Þetta var endurtekið ár eftir ár í 4 ár, og ávalt var hinn sami munur á reitunum: plönturnar í smáu reitunum voru þroskalitlar, í stóru reitunum þroskamiklar. Fimta árið var hveitinu úr smáu og stóru reitunum sáð í jafnstóra reiti, en þá reyndist enginn munur á plöntunum, og plönturnar úr misstóru reitunum þrifust þannig jafnt, þegar gróðurstæðið var jafnstórt. Þannig hafa áhrif í fjóra ættliði reynst árangurslaus.

Af hveiti og rúgi eru til bæði sumartilbrigði, er menn rækta á sama hátt og bygg og hafra, og vetrartilbrigði, sem eru algeng á ökrum í Danmörku. Ýmsir náttúrufræðingar hafa spreytt sig á að breyta t. a. m. sumarhveiti í vetrarhveiti, og hafa því sáð sumarhveitinu að haustinu og afkvæmum þess útsæðis að hausti næsta ár o. s. frv. Þjóðverjinn Körnicke framkvæmdi þess konar tilraunir á sérstöku tilbrigði af sumarhveiti í 6 ættliði; í 7. ættlið var það ræktað sem sumarhveiti og líktist þá að öllu hinu hveitinu, er í sömu 6 árin hafði verið ræktað sem sumarhveiti.

Með þessum tilraunum höfum vér fengið fulla

vissu fyrir, að breyting á æfikjörum foreldra í 6 ættliði hefur ekki megnað að breyta afkvæminu að neinu leyti.

Meðal dæma, er benda í gagnstæða átt, má t. a. m. geta þess, að skógfræðingur einn í Austurríki, Cieslar að nafni, hefur sýnt fram á, að greni og barrfellir hefur mjórri árshringi og er seinþroskaðri í háfjöllum en á láglendi. Hann færði og sönnur á, að sami mismunur endurtókst á afkvæmunum; þegar fræjum fjalla- og láglendisplantnanna er sáð hverju við hliðina á öðru, verður sú raun á, að vöxtur fjallaplantnanna er hægfara, en láglendisplönturnar vaxa fljótt; það er að segja: eiginleikar foreldrisins koma fram á afkvæminu, en þessir eiginleikar voru sprotnir af mismunandi æfikjörum. Niðurstaða þessi er hin merkilegasta, en þó væri æskilegt, að þess konar tilraunir næðu til margra ættliða, en til þess eru skógartré ekki vel fallin, sem eðlilegt er; mjög svo fróðlegar eru því tilraunir nokkrar, er Norðmaðurinn Schübeler framkvæmdi og snertu þroskun korntegundanna í ýmsum sveitum Norðurálfunnar, því þær náðu einmitt yfir marga ættliði.

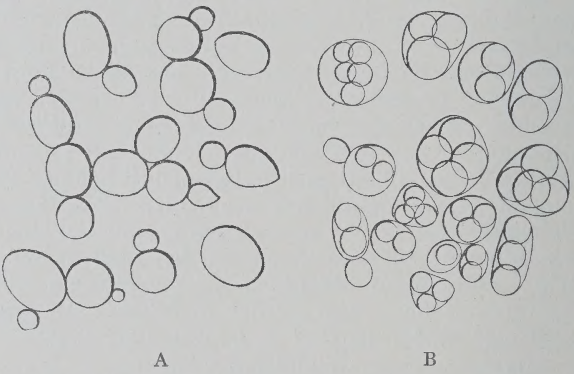
Schübeler rannsakaði þroskun korntegundanna t. a. m. í ýmsum héruðum í Noregi og komst að þeirri niðurstöðu, að bygg frá suðurhéruðunum, er flutt var norður á bóginn, hafði styttri gróðurtíma og kornið þroskaðist þar fljótar en á gamla gróðursvæðinu; var það því kallað „snarkorn“. Sé nú hið „nýja“ bygg eftir nokkra ættliði flutt aftur til suðurhéraðanna, reynist gróðrartími þess að vísu talsvert styttri en suðræna byggsins, er stöðugt hefur verið ræktað á þeim stöðvum, á meðan „nýja“ byggið var fyrir norðan; það er að segja: í þessu tilfelli verður og sú raun á, að breytingar, er koma fram á foreldrinu, endurtakast á afkvæminu. Þetta er þó tiltölulega skammvint, því gróðrartíminn verð-

ur lengri og lengri með hverju árinu, og að lokum hefur „nýja“ byggið jafnlangan gróðrartíma og hið upprunalega bygg. Tilraunir þessar eru þó ekki með öllu fullnægjandi. Vér höfum getið þess fyr, að hinir venjulegu byggstofnar eru blandaðir, en verða þó sundurliðaðir í allmarga beina ættleggi, er meðal annars eru frábrugðnir með tilliti til lengdar gróðrartímans. Á Svalöf-græðistöðinni hefur hepnast að einangra ýms tilbrigði, er voru frábrugðin í þessu efni. Vel mætti því hugsa sér, að seinþroska ættleggir hefðu ekki þrifist norðantil í Noregi, og að uppskeran þar norður frá hafi mestmegnis verið samsett af bráðþroska ættleggjum, og þá er engin furða, þó að „snarkornið“ þroskaðist fljótt í byrjuninni, er það var komið til suðurhéraðanna; en smám saman ber þó meir og meir á seinþroska ættleggjunum og að lokunum lendir alt í gamla farinu. Þessu tilfelli gæti því svipað til bauna kynbótanna, er vér gátum um á 50. bls. Þess konar misfellum, sem hér er um að ræða, gat Schübeler ekki séð við; tilraunir hans eru því ekki sannfærandi. Fullnaðarúrslita þessa máls verður að bíða, unz tilraunir hafa verið gjörðar með beina ættleggi; verði niðurstaðan þá eins og í tilraunum Schübelers, er ættgengi „aflaðs“ eiginleika sannað.

Þá er ekki heldur greitt aðgöngu að skýra ýmislegt, er lýtur að alidýraræktinni. Alkunnugt er, að flýtir veðreiðarhestanna hefur aukist með tímanum. Sumir skýra það á þann hátt, að hin mikla æfing við hlaup hafi haft þau áhrif á hestana, að flýtirinn hafi vaxið frá einum ættlið til annars. Gegn þessari skoðun mætti koma með svipaðar mótbárur og fyr var getið: við hlaupæfingar og kappreiðar sést, hverjir hestar eru fljótastir, menn velja fljótustu hestana til undaneldis og þannig eru líkur til, að skjótleikinn verði meiri í næsta ættlið. Væri það aðeins brúkunin ein, er orsakaði ’nýju’

eiginleikana, væri þess konar úrval óþarft. Þessar athuganir sanna því alls ekkert, hvorki af eða á.

Tilraunir þær, er Emil Chr. Hansen hefur framkvæmt á Karlsbergsrannsóknarstöðinni í Danmörku eru miklu mikilvægari. Hansen rannsakaði gersveppa. Vér höfum fyr getið þess, að gersveppar eru svo smávaxnir, að þá má aðeins greina í sjónauka, og að líkami þeirra er einungis ein fruma. Æxlun þeirra er sérstök tegund af deilæxlun, er vér köllum knappæxlun. En auk knappæxlunar hafa



20. mynd. Öl-gersveppur. A með knappæxlun, B með gróæxlun (E. Chr. Hansen).

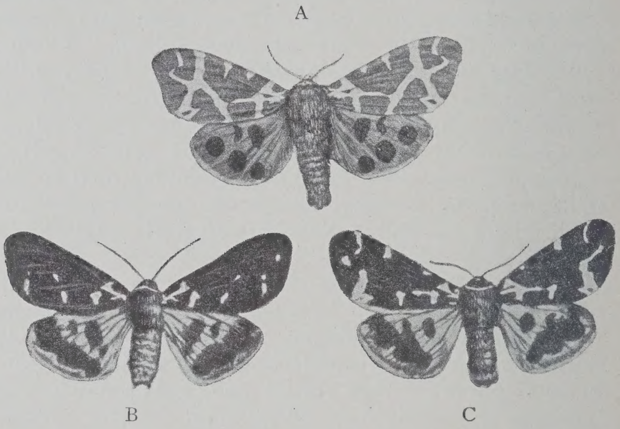
gersvepparnir og annars konar æxlun, eins og 20. mynd ber með sér, því gró myndast innan í frumunum. Það er þó vissum skilyrðum bundið, að grómyndan eigi sér stað og meðal annars er ákveðið hitastig nauðsynlegt. Stigi hitinn yfir hið ákveðna stig, myndast engin gró, en knappæxlunin heldur áfram. Hansen komst að raun um, að ákveðið gersveppatilbrigði hætti gróæxlun við 29° C. hita og knappæxlun við 34° C. Þess konar ger var ræktað í

marga ættliði við 32° C. hita, og þannig var grómyndun útilokuð og aðeins knappæxlun gat átt sér stað. Því næst var ger þetta ræktað við þau kjör, er menn höfðu fulla vissu fyrir, að heppilegust voru fyrir gróæxlunina, en sú varð raunin á, að ekki ein einasta af frumum þeim, er höfðu átt við að búa 32° C. hita, gátu myndað gró, þótt hver einasta af þeim frumum, er ávalt höfðu vaxið við venjulegan hita, hefðu gróæxlun. Þótt fyrnefndu frumurnar væru ræktaðar langa hríð við venjulegan hita, fengu þær þó ekki aftur mátt til grómyndana. Þannig hefur myndast nýr, grólaus kynungur. Í byrjun tilraunanna gat hver fruma myndað gró, en við tilraunalokin engin Að því er breytingu þessa snertir, getur úrval þannig ekki hafa haft neitt að þýða. Tilraunir þessar hafa verið framkvæmdar með mestu nákvæmni, og ber því að skoða þær sem fyrstu áreiðanlegu sönnunina fyrir því, að áhrif æfikjaranna séu ættgeng.

Weismann, Standfuss, Fischer og ýmsir aðrir náttúrufræðingar hafa framkvæmt svipaðar tilraunir, mjög svo fróðlegar, að því er snertir vöxt fiðrilda. Við þær tilraunir kom það í ljós, að kjörin, sem púpurnar eiga við að búa, ráða ýmsum eiginleikum hjá fullorðnu fiðrildunum. Menn reyndu einkum, hver áhrif mismunandi hitastig höfðu, og sú varð raun á, að bæði litur og yfirbragð vængjanna breyttust, er púpurnar voru látnar búa við mjög mikinn hita (42—46° C.) eða mjög lítinn (0— ÷20° C.) hita. Svipuð frábreytni kom og í ljós, ef púpurnar urðu fyrir áhrifum af deyfandi efnum (vínanda, klóróformi o. s. frv.) eða ef þeim var snúið í hring sem snarkringlu nokkra stund. Eftir tilraunum Fischers að dæma, er frábreytni þessi ættgeng — að minsta kosti að vissu leyti. Séu frábrugðnu fiðrildin látin æxlast saman, og afkvæmi þeirra alin upp við vanaleg kjör, verður afkvæmið frábrugðið vanalegum

fiðrildum á sama hátt og foreldrarnir, en þó á lægra stigi. Þetta er skýrt frekar á 21. mynd, er sýnir vanalegt fiðrildi, A, og tvö frábrugðin fiðrildi: púpa annars þeirra, B, hefur átt að búa við 8^0 C. kulda, en hitt fiðrildið, C, er afkvæmi sams konar fiðrilda og B, en alið upp við vanaleg kjör.

Að lokum skal getið nokkurra tilrauna, er styðja þá skoðun, að „aflaðir“ eiginleikar séu ættgengir.



21. mynd. Spunabjörn *(Arctia caja)*. *A* er komið af vanalegum púpum, *B* af frosnum púpum. *C* er afkvæmi sams konar einstaklinga og B, en púpurnar hafa ekki frosið. (Fischer og Bau).

Franskur lífeðlisfræðingur, Brown-Sequard að nafni, framkvæmdi tilraunir þessar við rannsóknir á marsvínum (eins konar nagdýrum). Þegar hann skar í sundur ákveðnar taugar, varð dýrum þessum hætt við flogaveiki; afkvæmi þessara dýra höfðu sömu kvillvísina, þótt taugar þeirra væru ekki skornar sundur. Síðar hafa tilraunir annarra náttúrufræðinga með öllu staðfest þessa niðurstöðu, og það kom

jafnvel í ljós, að kvillvísinnar varð vart í tvo ættliði, sem ekki voru taugskornir. Þetta sýnir, að líkamsmeiðingar geta haft ættgengar afleiðingar í einstökum tilfellum, og er það gagnstætt niðurstöðu þeirri, er vér komumst að áður eftir margar ýtarlegar rannsóknir. Eflaust á þetta gagnstæði rót sína að rekja til þess, að taugakerfi marsvínanna varð fyrir hættulegri meiðingu, en í hinum fyrtöldu tilfellum var ekki um neitt þess konar að ræða. Í sömu áttina bendir það og, að börn drykkjurúta eru stundum veikluð bæði líkamlega og andlega, og er orsökin til þess sennilega sú, að áfengið hefur einkum skaðleg áhrif á taugakerfið. Eitrunin, sem foreldrarnir (eða annað foreldrið) hafa orðið fyrir, hefur þannig þess konar áhrif á líkama þeirra, að börnin verða veikluð, og það jafnvel þótt þau verði aldrei fyrir beinum áhrifum af áfengi.

Um málefni þetta hefur mjög mikið verið ritað og mætti því vel tína til fleiri dæmi til frekari skýringar; en vér hyggjum að það, er getið hefur verið, nægi til bráðabirgðayfirlits. Ef vér nú höldum oss við meginatriðin að því er hin umræddu dæmi snertir, og jafnframt tökum tillit til alls, er oss er kunnugt um þetta efni, mætti framsetja nútíðarskoðun vísindanna á þessa leið:

Áhrifin, sem einstaklingarnir verða fyrir í lífinu, og sérstaklega þau áhrif, sem koma af tilviljan einni, eða eru að minsta kosti ekki mikilsverð, eins og t. a. m. margs konar meiðingar, árásir sníkjudýra eða sníkjuplantna o. s. frv. eða áhrif, er háð eru venjulegum lífskjörum t. a. m. fæðu, hita og ljósi eða þess háttar, eru öldungis ekki fær um, að breyta einstaklingunum þannig, að breytingarnar komi fram á afkvæmunum.

Vér þekkjum aftur á móti ýms áreiðanleg tilfelli, sem er þannig varið, að megn áhrif, eins og t. a. m. óvenjulega mikill hiti eða óvenjulega mikill

kuldi, ákveðnar eiturtegundir o. s. frv., og yfirleitt alt þess háttar, sem gagntekur líkamann til instu iðra, getur haft ættgengar afleiðingar.

Hið síðast talda virðist þó vera sjaldgæft. Orsökina þekkjum vér ekki, en nýjustu rannsóknir virðast þó bera vott um eins konar skýringu á þessu efni. Við fiðrilda rannsóknir komst Standfuss að raun um, að kuldinn olli hinum umræddu breytingum því aðeins, að púpan ætti við ákveðinn kulda að búa 3—4 fyrstu dagana; væri kuldinn aukinn eftir þann tíma, voru engin áhrif sýnileg. Hugo de Vries komst einnig að raun um, að ofnæring olli ákveðnum vanskapnaði í blómi draumsóleyja, en þó því aðeins, að ofnæringin ætti sér stað, meðan plönturnar voru á unga aldri og ekkert sást til blóma. Helweg gjörði ýmsar athuganir við tilraunir í Danmörku, sem virðast benda á, að ofmikill kuldi snemma á spírunarskeiðinu verði þess valdandi að rófurnar hlaupi í njóla. Þessi dæmi benda á, að ákveðin þroskaskeið í lífi einstaklinganna séu „viðkvæmnisskeið“. Á viðkvæmnisskeiðinu hafa æfikjörin fullnaðaráhrif og móta þá eiginleika, er síðar koma fram. Þegar því um er að ræða, að koma upp ættgengum eiginleikum, er sprotnir séu af áhrifum æfikjaranna, virðist það vera nauðsynlegt, ekki einungis að breytingarnar á æfikjörunum séu stórvægilegar, heldur að þær komi á ákveðnu þroskaskeiði í lífi einstaklingsins. Úr því þessu er þannig varið, er það augljóst, að miklu minni líkindi eru til, að komist verði að heppilegri niðurstöðu við tilraunirnar.

Vér hljótum því, samkvæmt því, er oss er kunnugt um þetta efni, að svara því neitandi, að mögulegt sé, með því að breyta æfikjörum alidýra vorra og aliplantna, að koma upp kynföstum tilbrigðum (eða nýjum kynungum), er haldi hinum nýju eiginleikum, þótt þau verði ekki fyrir sams

konar breytingum á lífskjörum. Breytingar þær, er hér getur verið um að ræða, eru einmitt sams konar og þær breytingar, sem engar ættgengar afleiðingar höfðu samkvæmt tilraununum. Að því er snertir myndun nýrra kynunga, hefur kjarbundni breytileikinn ekkert annað að þýða, en að það kemur í ljós við áhrif æfikjaranna, hverja einstaklinga ber að velja úr sem stofndýr eða stofnplöntur. Ætlum vér oss t. a. m. að koma upp fljótum hestakynung, verða hlaupæfingar og kappreiðar að eiga sér stað, svo það sjáist, hverjir hestar eru fljótastir. Ætlum vér oss á hinn bóginn að komast hjá skaðlegum eiginleikum, verðum vér að haga æfikjörunum þannig, að lélegu eiginleikarnir komi fram í fullri mynd; einstaklingar þeir, sem þrátt fyrir þess konar breytingu á æfikjörunum halda sér bezt, eru beztir til undaneldis. Ef vér ætlum að forðast, að rófnastofnar „hlaupi í njóla", verðum vér, eins og Helweg hefur sýnt fram á, að sá fræinu svo snemma sem unt er, því þá er rófunum miklu hættara við að „hlaupa í njóla"; þeir einstaklingar, sem þrátt fyrir alt „ekki hlaupa í njóla", eru beztir til undaneldis. Hefði fræinu á hinn bóginn verið sáð seint, hefðu aðeins örfáar plöntur „hlaupið í njóla", og þá hefði ekki verið unt að komast að því, hverjum einstaklingum væri það tamast; úrvalið hefði orðið óáreiðanlegt og engin von hefði verið um, að stofninn yrði kynbættur.

VII.

Uppruni nýrra tegunda, kynunga, stofna o. þ. h.

Þess er fyr getið, að menn hefðu komist að raun um, að skipa mætti í ákveðnar deildir (smátegundir, kynunga, stofna eða hvað menn nú vilja kalla þær) einstaklingum villi- og aliplantna og að deildir þessar væru kynfastar hvern ættlið eftir annan. Hvernig þessu er varið í dýraríkinu, er ekki nægilega kunnugt ennþá, en þó eru miklar líkur til, að dýrunum sé varið á sama hátt. Hvern uppruna hafa þá einstaklingadeildir þessar? Þær eiga auðvitað rót sína að rekja til annarra einstaklingadeilda og hafa orðið til á þann hátt, að komið hafa upp í eldri deildunum einstakar frábrugðnar plöntur eða dýr; afkvæmi frábrugðnu einstaklinganna hafa verið frábrugðin á sama hátt og foreldrið og þannig orðið undirstaða hinnar nýju tegundar. Vér hljótum því að rannsaka, hvernig frábrugðnu einstaklingarnir koma upp og hvernig afkvæmi þeirra eru. Það höfum vér og að nokkru leyti gjört í köflunum á undan, og voru höfuðatriðin þessi:

Vér gátum um þrens konar breytileika: 1) sveiflubreytileikann, 2) kjarbundna breytileikann og 3) þann breytileika, er kemur í ljós við víxlfrjóvgun. Hverj-

ar horfur eru þá á að framleiða nýja eiginleika, að því er snertir hvern þessara breytileika fyrir sig?

Sveiflubreytileikanum var þannig varið, að einstaklingarnir höfðu ákveðinn eiginleika á háu eða lágu stigi. Vel mætti því hugsa sér, að ný tilbrigði kæmu upp við stöðugt úrval, og tilbreytnin í aðra hvora áttina yrði á þann hátt stöðugt meiri og meiri, þangað til nýr „kynungur“ kæmi upp úr kafinu. Vér gátum þess og, að nokkuð hefði orðið ágengt í þá áttina, að því er snerti sykurrófna- og kornrækt; þó var árangurinn mjög svo lítill, og venjulega mátti finna afturhvarf til hins upprunalega stofns. Sömuleiðis gátum vér um, að úrval var árangurslaust innan beinu ættleggjanna. Reynslan sýnir þannig, að sveiflubreytileikinn er ekki trygg undirstaða, til að koma upp nýjum tilbrigðum, er séu kynföst, þótt úrval eigi sér ekki stað. Vér getum, yfir höfuð að tala, ekki búist við öðru en að árangurinn verði rýr, með því að fara þessa leiðina. Það er því með öllu óhugsanlegt, að ertutegund með fagurgulum kímum, er ekki hafa minstu vitund af grænum lit í sér, geti breyzt í grænkímda tegund á þann hátt t. a. m., að gulustu erturnar séu valdar til útsæðis. Það er að segja: óhugsanlegt er að eiginleikar, sem eru mismunandi að eðli, séu komnir upp á þenna hátt.

Í síðasta kafla gátum vér um, að það væri vissum skilyrðum bundið, að kjarbundni breytileikinn hefði í för með sér nýja, ættgenga eiginleika. Horfurnar til nýmyndana eru því ekki sem glæsilegastar, að því er þenna breytileika snertir.

Þá skal þess getið að lokum, að vér komumst að þeirri niðurstöðu, er vér ræddum um ættgengisfar bastarða: að kynföst tilbrigði gætu að vísu komið upp, og það meira að segja tilbrigði, sem hefðu allar mögulegar sameiningar af eiginleikum stofnforeldranna. Að því leyti hefur því víxlfrjóvg-

unin eins konar nýmyndanir í för með sér; en um eiginleika, sem í raun og veru voru nýir, var þó aðeins að ræða í örfáum tilfellum, og þau tilfelli voru, ef til vill, ekki sem áreiðanlegust.

Vér höfum ekki fyr getið um fjórðu tegund breytileikans, sem Johannsen kallar stökkbreytileika. Hvernig honum er varið er auðveldast að skýra með dæmum:

Á 22. mynd er sýnd grein af barrtré; barrið er einkennilega undið, og sprotarnir líta því út sem

22. mynd. Brumbreytni hjá barrviðartegund, *Cryptomeria japonica.* (De Vries).

þeir séu hreistraðir; einn sprotinn er þó mjög frábrugðinn: barrið er beint og útstætt og sproti þessi lítur þannig út sem hann væri ekki af þessu tré, en hefði verið græddur á greinina.

Hjá beykitrjám getur og svipuð tilbreytni átt sér stað. Langflest beykitré hafa venjulega græn blöð; að vísu geta blöðin verið ljósgræn eða dökkgræn og bera þannig vott um sveiflubreytileikann, en græn eru þau samt sem áður. En það ber og við, að einstök grein á einstöku tré hefur blöð, sem sum-

part með öllu vantar græna litinn og eru þá hvít, og sumpart er grænkan horfin af vissum rákum og eru blöðin þá flekkótt. En milli þessara greina og hinna greinanna eru þó engin meðalbrigði; það lítur því svo út sem greinin hafi tekið undir sig hastarlegt stökk frá hinu venjulega ástandi yfir í nýtt ástand. Svipað á sér stað hjá hrosseikinni; á örfáum greinum kunna blómin að vera ofkrýnd, en allur fjöldi blómanna á trénu er þó laus við þann vanskapnað. Hjá öðrum trjátegundum ber það við, að einstaka sprotar hafa margskift blöð, þótt allir hinir sprotarnir hafi heil blöð.

Þetta köllum vér brumbreytni og er hún dæmi upp á stökkbreytileika hjá einum einstaklingi. Það er auðvelt að rækta frábrugðnu sprotana, með því að viðhafa kynlausa æxlun, og þannig eru mörg einkennileg aldingarða tilbrigði orðin til.

En þá er það mikilvægt atriði, að komast að raun um, hvort stökkbreytileiki eigi sér stað, þegar um kynæxlun er að ræða; hvort þannig sýnt verði fram á, að í flokki sams konar einstaklinga, sem háðir eru venjulegum sveiflubreytileika, finnist stöku einstaklingar mjög mikið frábrugðnir, er komnir séu af venjulegum foreldrum, en eignist afkvæmi, er séu frábrugðin á sama hátt og þeir sjálfir.

Í sögu aliplantnanna höfum vér einstöku dæmi, er gætu bent í þessa átt. Sagt er að viss tilbrigði af hveiti, sykurrófum, tóbaki og öðrum tegundum eigi rót sína að rekja til stöku einstaklinga, sem áttu að hafa fundist í óblönduðum einstaklinga hóp. En ekki má taka alt með trúarinnar augum, og fulla varúð verður að viðhafa, er ræða er um þess konar efni. Það er þannig alkunnugt, að leitun er á þeim byggakri, er sé algjörlega laus við hafra. Í langflestum byggökrum, og jafnvel einnig í þeim, sem eru hirtir allra bezt, finnast þó einstöku hafraplöntur. Hafraplantan hefur þó auðvitað ekki komið

upp af byggkorni, heldur er ástæðan sú, að þrátt fyrir ýtrustu viðleitni til að hreinsa útsæðið, hefur það þó verið blandað höfrum. Dæmi þau, sem vér gátum um, mætti því skýra þannig, að útsæðið hafi verið blandað og frábrugðnu einstaklingarnir hefðu þannig átt rót sína að rekja til annarra kynunga, sem menn höfðu ekki tekið eftir.

En bæði frá ræktun alidýra og aliplanta eru oss kunn önnur dæmi, sem eru algjörlega laus við þessa galla.

Árið 1828 var borinn hrútur af Merínósfjárkyni í hjörð einni á Frakklandi. Hrútur þessi var frábrugðinn öllum öðrum einstaklingum hjarðarinnar að ullarfari; ullin var óhrokkin og silkimjúk, en hinir einstaklingar hjarðarinnar höfðu hrokna ull, eins og Merínósfé er vant að hafa. Afkvæmi hrútsins höfðu sama ullarfar og faðirinn, og urðu þannig stofn að sérstöku fjárkyni, Mauchamp-kynungnum. Árið 1696 varð og svipaður atburður í Friðriksborg; í spánversku stóði brúnu fæddist rauður foli af brúnum foreldrum. Af rauða folanum kom rautt stóð, og hélzt það í mörg ár. Margir aðrir alidýrakynungar hafa og svipaðan uppruna.

Að því er plönturækt snertir þekkjum vér dæmi frá kynbótastöðvunum, en þar er unnið að öllu með mestu nákvæmni og stöðugt eftirlit haft með öllu, sem upp kemur. Hj. Nilsson segir þannig frá, að ákveðið hveititilbrigði hafi verið einangrað og ræktað út af fyrir sig á Svalöf 1892. Einkenni á tilbrigði þessu var meðal annars, að öxin voru löng og mjó og stráin lin. Það átti kyn sitt að rekja til eins einstaklings, og var þannig beinn ættleggur. Tilbrigðið var ræktað ár eftir ár og allir einstaklingar voru mjög samkynja í öllum séreinkennum þess. En 1897 var einn algjörlega frábrugðinn einstaklingur meðal hinna venjulegu plantna. Planta þessi hafði stutt, þéttvaxin öx, er svipaði til greni-

köngla, og stráin voru stinn. Plantan var frábrugðin öllum öðrum plöntum, er ræktaðar voru á tilraunasvæðinu og það er því með öllu útilokað, að hún hafi getað borist af tilviljun inn á akurreinarnar meðal hveitisins. Næsta ár var korni plöntu þessarar sáð og varð sú raun á, að öll afkvæmin líktust móðurplöntunni; þetta var endurtekið í næstu ættliði og 1902, eða eftir fimm ára ræktun, var engin breyting komin í ljós. Það er að segja: nýtt tilbrigði er komið upp, sem er glögt afmarkað frá öllum öðrum; það hefur verið kallað „köngulhveiti“ eftir lögun axanna. Önnur svipuð dæmi eru oss kunn frá hveiti- og hafraræktun, en þetta, sem hér var talið, er hið glöggasta.

Í Klein-Wanzleben á Saxlandi hafa menn, er fengust við ræktun sykurrófnafræs, tekið eftir því, að einstaka plöntur hafa komið upp, er höfðu frábrugðna liti, og litbrigðin halda sér á afkvæmum þessara plantna.

Eitthvert allra merkasta tilfellið í þessa átt, hefur hinn frægi, hollenzki grasafræðingur Hugo de Vries ritað um. Hann hefur árunum saman fengist við mjög yfirgripsmiklar tilraunir og rannsóknir í þessu efni og niðurstaðan, sem hann hefur komist að, hefur að mörgu leyti hrundið þekkingu vorri á ættgengisfarinu góðan spöl áfram.

Upphaf þessara rannsókna var þannig, að Hugo de Vries athugaði allþéttan gróður, er myndaður var af 'Lamarks náttljósi' *(Oenothera Lamarckiana)*. Tegund þessi hafði flækst úr blómsturgörðum inn í gamlan kartöflugarð nálægt Amsterdam, er fyrir löngu var lagður niður. Á árunum 1875—1885 hafði hún breiðst mjög mikið út og þakti allstór svæði, er stóru, gulu skrautblómin hennar gáfu blæ og lit. Meðal mörg þúsund plantna með alvanalegu útliti fann de Vries einstaka plöntur, er voru allglögt einkendar og litu út fyrir að heyra til sérstakra teg-

unda. Við nánari rannsókn kom það og í ljós, að þær töldust til tveggja tegunda, er áður voru ókunnar. De Vries hugði að báðar þessar tegundir væru komnar af Lamarks náttljósi; hann tók því nokkrar plöntur af þessari tegund og gróðursetti þær í grasgarðinum í Amsterdam, til þess að rannsaka, hvort þær væru færar um að framleiða ný tilbrigði. Plönturnar voru 9 alls og blómguðust allar árið á eftir, þær voru látnar frjóvga sig sjálfar, og víxlfrjóvgun gat því ekki átt sér stað. Uppskeran varð í góðu lagi; fræjunum var sáð með mestu nákvæmni og plönturnar, er upp komu, voru rannsakaðar nákvæmlega frá „vöggu til grafar“. Þær blómguðust 1889 (voru því tvíærar), og kom þá í ljós að meginþorri einstaklinganna voru Lamarks náttljós, en 10 einstaklingar töldust til tveggja nýrra, glögt markaðra tegunda, er kallaðar voru dverganáttljós *(Oenothera nanella)* og breiðblaða náttljós *(Oenothera lata)*; nokkrir einstaklingar stofntegundarinnar og önnur[1]) nýja tegundin voru því næst látnir sjálffrjóvgast. Fræi þessara plantna var sáð 1890 og plönturnar blómguðust 1891. Þá kom í ljós, að nýja tegundin, dverganáttljósið, var fyllilega kynföst og bar ekki minsta vott um afturhvarf til móðurtegundarinnar, en stofntegundin hafði getið af sér fjöldann allan af plöntum með venjulegu útliti og auk þeirra 7 frábrugðna einstaklinga; 6 þeirra heyrðu til tegundanna, er komu upp í ættliðnum á undan, dverganáttljóss og breiðblaða náttljóss, en 7. plantan taldist til nýrrar tegundar, rauðtauga náttljóss *(Oenothera rubrinervis)*. Rauðtauga náttljósið var og látið æxlast við sjálffrjóvgun og reyndist kynfast, eins og dverganáttljósið. Ræktun stofntegundarinnar var haldið áfram í marga ættliði og sjálffrjóvgun var stöðugt látin eiga sér stað. Niðurstaðan var

---

[1]) Hin nýja tegundin hafði aðeins kvennblóm og varð því ekki notuð til þessara tilrauna.

ávalt eins: meginþorri einstaklinganna var Lamarks náttljós, en nokkrar plöntur, þó allfáar að tölu,

23. mynd. Lamarks náttljós, *Oenothera Lamarckiana.* (De Vries).

heyrðu til hinna þriggja áðurnefndu tegunda eða til annarra nýrra tegunda. Að öllu samantöldu mynd-

uðust þannig af Lamarks náttljósi 7 nýjar tegundir, og aðeins ein þeirra eignaðist ekki kynföst afkvæmi. Vér setjum hér tvær af myndum de Vries

24. mynd. Tröllanáttljós, *Oenothera gigas*. Sjá textann. (De Vries).

(23. og 24. mynd) til þess að sýna, hvernig stofntegundin og ein hinna nýju tegunda líti út.

Niðurstaða þessara tilrauna sést greinilega í

töflunni, er hér fer á eftir; tölurnar merkja einstaklingafjölda þeirra tegunda, er þær eiga við.

Ár	Lamarks náttljós.	Dverganáttljós.	Breiðblaða náttljós.	Rauðtauga náttljós.	Glitrandi náttljós.	Aflangt náttljós.	Fölva-náttljós.	Trölla-náttljós.
1886—87	9							
1888—89	15000	5	5					
1890—91	10000	3	3	1				
1895	14000	60	73	8	1	176	15	1
1896	8000	49	142	20	6	135	25	—
1897	1800	9	5	3	1	29	11	—
1898	3000	11	—	—	—	9	—	—
1899	1700	21	1	—	—	1	5	—

Hér við mætti bæta mörgum öðrum rannsóknum, er leiddu til svipaðrar niðurstöðu. Af tölunum, sem vér höfum tilfært, sést, að de Vries hefur haft fjölda plantna undir til rannsóknar. Hann gat því með fullri vissu ályktað, að glöggur stökkbreytileiki kæmi í ljós hjá náttljósi, og að þessi breytileiki gengi venjulegast áreiðanlega í ætt frá foreldri til afkvæma, það er að segja: hér er um að ræða upphaf nýrra tegunda.

Þess konar fyrirbæri eru kölluð stökkbreytni eða sprettbreytni *(mutation)*. Hugo de Vries

hefur komið fram með sérstaka kenningu um sprettbreytnina, og er sú kenning bæði bygð á þeim tilraunum, er vér þegar höfum getið, og fjöldamörgum öðrum tilraunum og athugunum, er hann hefur sjálfur gjört. Samkvæmt kenningu þessari virðist mega álíta, að alls konar nýmyndan tegunda, kynunga o. s. frv. sé framkomin á sama hátt og í tilraunum þeim, er vér gátum um. Þetta er þó alls ekki nein ný athugun, því bæði Darwín og margir aðrir náttúrufræðingar hafa hugsað sér, að „sjálfkrafa breytileiki“ (sem er sama sem stökkbreytnin hjá De Vries) gæti átt mikinn þátt í myndun nýrra tegunda. En við tilraunir og athuganir De Vries höfum vér þó fengið nægilega reynslu, til þess að geta myndað oss fasta skoðun á eðli sprettbreytninnar.

Kenning De Vries hefur þó auðvitað mætt talsverðri mótstöðu. Ýmsum náttúrufræðingum hefur ekki fallið sem bezt, að engin sambrigði skyldu vera milli gömlu og nýju tegundanna. Gamalt orðtak segir: „náttúran tekur engin stökk“. Menn hafa því leitast við að skýra uppruna nýju tegundanna í tilraunum De Vries á annan hátt; meðal annars hafa menn bent á hin mörgu nýju tilbrigði, er koma upp við víxlfrjóvgun, og þessvegna hafa sumir ætlað, að verið gæti, að sprettbreytnin væri sprottin af víxlfrjóvgun. Vér höfum áður rannsakað áhrif víxlfrjóvgunarinnar, að því er þetta snertir, og vér komumst að raun um, að nýjar „tegundir“ gætu í raun og veru myndast við víxlfrjóvgun. En þessar nýju tegundir voru átakanlega háðar foreldrunum, að því er eiginleikana snerti, og höfðu aðeins eiginleika foreldranna í öðrum sameiningum. Eiginleika, sem í raun og veru voru nýir, hittum vér að eins í einstaka örfáum tilfellum, og þeir komu skyndilega í ljós, án þess um nokkur meðalbrigði gæti verið að ræða. „Stökkin“ er því ekki auðið að skýra með

því að benda á bastarða. En þá skal athugað, hvort nýju náttljósa tegundirnar gætu ekki verið nýjar sameiningar af eiginleikum annarra náttljósstegunda.

Þetta atriði hefur De Vries athugað nákvæmlega. Fyrst og fremst bendir hann á, að hinar nýju tegundir séu komnar upp við einræktun Lamarksnáttljóss, er haldið hefði verið áfram í 7 ættliði, þannig að sjálffrjóvgun hefði stöðugt átt sér stað. Hefði víxlfrjóvgun verið orsökin til þess, að hinar nýju tegundir mynduðust, hefði hún því hlotið að hafa átt sér stað löngu fyr en tilraunirnar byrjuðu, og nýju tegundirnar bæri þá að skoða sem afturhvarf til ágizkaðra feðra (áavísi). En gróðurinn, sem Lamarks-náttljósið myndaði við Amsterdam, var þó næstum því óblandaður, því aðeins örfáir einstaklingar voru frábrugðnir. Það er því næsta ólíklegt að víxlfrjóvgun hafi átt sér stað á því svæði. Hefði því víxlfjóvgun átt sér stað, hlyti að vera svo langt síðan, að hún hefði alls engan þátt átt í nýmyndununum, samkvæmt því sem oss er kunnugt um bastarða, — og þó var tegundamyndunin við tilraunirnar bæði fjörug og fjölbreytt. Þá ætti líka að vera unt að sýna fram á, frá hvaða náttljósategundum nýju tegundirnar hefðu eiginleika sína. En það getum vér ekki, og nýju tegundirnar eru að mörgu leyti frábrugðnar öllum náttljósa tegundum, sem oss eru kunnar, bæði í Norður- og Vesturálfunni. Og þótt vér nú einhverntíma kynnum að rekast á einhverjar ókunnar tegundir, er gætu virzt að heyra til „nýju“ tegundanna, er öldungis ekki leyst úr spurningunni; þá lægi fyrir hendi að skera úr því, hvaðan stofnfeðurnir væru og hvernig hinir sérstöku eiginleikar þeirra hefðu myndast, — og þá stæðum vér í sama farinu.

Það er því ekki annars kostur, en að láta sér lynda þá hugsun að „stökk“ eigi sér í raun og veru stað í náttúrunni; vér hljótum að hugsa oss að nýj-

ar tegundir og kynungar myndist við snöggar breytingar í stofntegundum; stundum eru breytingarnar á háu stigi, og þá eru þær bersýnilegar; en stundum eru þær miður greinilegar; en ávalt er þeim þó þannig varið, að afkvæmið heldur eiginleikum hins frábrugðna einstaklings og hverfur ekki aftur til stofntegundarinnar. Það verður því að vera framtíðarinnar hlutverk, að sýna fram á, hvern gang „stökk“-þróunin hefur og af hvaða rótum hún er runnin. Sem stendur verðum vér að láta oss nægja, að segja að sprettbreytnin sé til.

Vér enduðum frásögu vora um „smátegundirnar“ og beinu ættleggina með því, að sýna fram á, að einstaklingadeildir þessar bæru vott um frábæra kynfestu, og jafnvel afkvæmi hinna mest frábrugðnu einstaklinga bar vott um afturhvarf til stofnsins. Það gæti því virzt með öllu ómögulegt að kynbæta kynungana frekar, er svo langt er komið að beinu ættleggirnir eru stofnsettir. Samkvæmt því, sem oss er nú kunnugt, er því þó ekki svo varið. Í kynföstum deildum geta endrum og eins komið upp einstaklingar, er sprengja fjötrana og verða stofn nýrra kynunga.

Vér getum ekki framleitt hinar snöggu breytingar og verðum því að láta oss lynda, að gæta vel að, hvenær sprettbreytnin eigi sér stað, og því næst einangra frábrugðnu plönturnar með nákvæmri einræktun. Þannig eru mörg „tilbrigði“, „kynungar“ og „stofnar“ orðnir til, einkum í garðyrkjunni. Framvegis verður það efalaust aðalatriði við allar kynbætur að finna áreiðanlegri leiðir til að leita sprettbreytninnar.

Þá er frásögn vor um aðalatriði ættgengisfræðinnar á enda. Vér höfum sýnt fram á, hve fjölbreytt og flókin öll þau efni eru, sem snerta ætt-

gengisfarið. En þrátt fyrir það varð sú raun á, að vér gátum skipað öllum þessum margs konar atriðum í ýmsa höfuðkafla, og í allmörgum tilfellum gátum vér sýnt fram á, að fyrirbæri, sem áður höfðu virzt mjög svo óreglubundin, væru háð ákveðnum lögum. Það er reynslan eða athuganir og tilraunir, sem hafa hjálpað oss áfram, og með tímanum mun reynslan eflaust skera úr þeim mörgu vafamálum, sem ennþá bíða úrlausnar. Ættgengisfræðin er þannig hreint og beint reynsluvísindi, og takmark hennar er ættgengisfræðin sjálf eða full þekking á öllu ættgengisfari vorrar tíðar.

Þetta er upphaf og kjarni ættgengisfræðinnar, og er það í sjálfu sér mjög mikilvægt og krefst mikilla og margbrotinna rannsókna; en ættgengisfræðin teygir sig þar að auki bæði aftur og fram í tímann. Það er því svo sem auðvitað, að ýmsir menn á ýmsum tímum hafa lagt stund á ættgengisfræði. Það er alkunnugt, að Darwín vann mikinn hluta æfi sinnar að ættgengisrannsóknum, og reit um rannsóknir sínar hina frægu bók um breytileik alidýra og aliplantna. Eftir það var lítil stund lögð á ættgengisfræði nokkra hríð. En síðustu tíu árin hafa verið regluleg gullöld í ættgengisrannsóknum. Bækur enskra vísindamanna, hin mörgu rit Hugo de Vries um sprettbreytniskenninguna og margt, er að henni lýtur, ritgjörðir Þjóðverjans Weissmanns um ættgengi „aflaðra eiginleika“, og margt annað, er ritað hefur verið, hafa skýrt málefnið frá ýmsum hliðum og rutt nýjar brautir til úrlausna vafamálanna. Það er óhætt að fullyrða, að náttúrufræðingar vorra tíma gefi einna mestan gaum að ættgengisfarinu. Hverjar eru þá hinar víðtæku afleiðingar, er rannsóknir þessar hafa í för með sér?

Vér leitumst við að komast að því, hverjum lögum myndun nýrra tegunda, kynunga o. s. frv. er háð, og gjörum oss þannig vonir um, að vér einhvern-

tíma í framtíðinni megnum að beina vexti hinna lifandi vera í þá átt, sem vér óskum. Ættgengisfræðin er því eitt af undirstöðuatriðum alidýra- og aliplantna-ræktunarinnar, og hún bendir oss á vissustu leiðina til þess, að fá sem mestan arð af nytjaverunum.

Vér reynum á ýmsa vegu að fá vitneskju um fortíð hinna tömdu og viltu dýra- og plantna-tegunda. Samanburður á ýmsum dýra- og plöntudeildum, rannsókn á lífi einstaklinganna frá fyrstu byrjun til fullorðinsáranna, rannsókn á dýrum og plöntum í eldri jarðlögum og rannsókn á útbreiðslu hinna lifandi vera um jörðina á vorum dögum, leiðir alt saman til þeirrar skoðunar, að framþróunarferill lífsins í sögu jarðarinnar hafi legið frá óbrotnum verum til margbrotinna. Skoðun þessi verður þó ekki nægilega rökstudd, nema oss takist að sanna, að núlifandi dýra- og plöntutegundir í raun og veru breyti sér í aðrar ókunnar tegundir, og að unt sé að skera úr, hverjar orsakir séu til ummyndananna og hvernig þær geti átt sér stað. Ættgengisfræðin á að leysa úr þessari miklu ráðgátu, og hún hefur þegar stigið mikilvæg spor í þá áttina, eins og fyr er getið.

Skrá

yfir helztu nýyrði og önnur sjaldgæf orð.

áavísi (67), Atavisme.
aðfrjóvgun (80), Fremmedbefrugtning.
aðfrær og
aðfrævandi er haft um plöntur, sem ekki eru sjálffrævar, en frævast utan að.
aðfrævun (29), Fremmedbestövning.
afbrigð (90), Afvigelse.
áflogahæns (62), Kamphöns, eins konar hænsa kynungur.
afturhvarfslögmál (42), Tilbageslagslov.
aldinskellir *Impatiens Noli tangere,* Springbalsamin.
andafæða *Lemna,* Andemad.

barrfellir *Larix,* Lærk, eins konar barrtré.
blómspori *Aquilegia vulgaris,* Ridderspore.
breytileiki (33), eða **tilbreytni**, Afvigelighed, Variabilitet.
breytileiksfar (77), sjá **tilbreytnisfar**, Afvigelighedsforhold.
broddepli *Datura Stramonium,* Pigæble.
brumber *Rubus fruticosus,* Brombær.
brumbreytni (103), Knopvariation.

deilæxlun (6), Formering ved Deling.
dorkingar (62), eins konar hænsa kynungur.

efnalegur (33), kemisk.
efnaeinkenni (33), „kemisk“ Egenskab.
einrækta , rendyrke.
einræktun, Rendyrkning.

ferhliða hveiti, Squarehead-Hvede.
folahófur *Tussilago Farfara,* Fölfod.
frábrugðinn, afvigende.
frjóduft (18), *pollen,* Blomsterstöv.
frjóop (19), *micropyle,* Kimmund, Ægmund.
fræviss (57), „fröægte“.

frævísir (19), Fröanlæg, „Æg“.
fruma (5), *Cella*, Celle.
frymi (12), *protoplasma*.
fyrirbæri, Fænomen.

greiptönn, *Lamium amplexicaule*, Liden Tvetand.
gróðrartími (92), Vegetationsperiode.
gróæxlun (94), Formering ved Sporer.
grænkímdur, með grænu kími, grönkimet.
gulkímdur, með gulu kími, gulkimet.

heildarkenni (34), Helhedsbillede.
hnýði (89), Galle Galæble.
hrosseik, *Æsculus hippocastanus*, Hestekastanje.
karta, *Bufo*, Tudse.
kirni (14) Nuclein Kjærnestof.
klakfrjóvgun (11), kunstig Befrugtning.
knappæxlun (94), Formering ved Celleafsnöring, Knopskydning.
kvillvís, tilböjelig til Sygdom.
kvillvísi, Sygdomstilböjelighed.
kynfastur (37), konstant
kynfesta, Konstans.
kynungur (28), Race.

litni (14), Kromatin.

meðalbrigði (103) sjá sambrigði.

náttljós, *Oenothera*, Natlys.
nautsauga, *Chrysanthemum*, Oxeöje.

ósjálfhreyfa (16), ikke selvbevægelig.

prjálbaunir, *Phaseolus multiflorus*, Pralbönne.

reykjurt, *Fumaria*, Jordrög.
riddarabygg, Chevalier-Byg.
rótarillgresi (6), Rodukrudt.
rýgresi, *Lolium*, Rajgræs.

sambreytileiki (77), korrelativ Variabilitet.
sambreyting (75), Korrelation, Samændring.
sambrigði (56), Overgangsform, Mellemform.
sjálffrjóvgandi (80), er sú planta, sem frjóvgar sig sjálf.

sjálffrjóvgun (29), Selvbefrugtning.
sjálffrær, selvbestövende.
sjálffrævandi (37), Selvbestöver.
sjálffrævun (29), Selvbestövning.
skógarsúra, *Oxalis Acetosella*, Skovsyre.
skrúðstjarna, *Melandrium*, Pragtstjærne.
snið (33), Præg.
sólbrá, *Helianthemum*, Solöje.
spíra (29), spire.
sprettbreytni eða **stökkbreytni** (109), Mutation.
stoðfruma (75), Skeletcelle.
stoðvefur, Skeletvæv.
strendni (72), Kantethed.
stökkbreytleiki (102), springende Afvigelighed.
stökkbreytni (109), Mutation.
sveiflubreytileiki eða
sveiflu tilbreytni (40), svingende Afvigelighed.
svifa (5), *cilia*, Svinghaar, Cilie.

tilbreytni eða **breytileiki**, Afvigelighed.
tilbreytnisfar (38), sjá **breytileiksfar**, Afvigelighedsforhold.
tvenning (58), Par.

undirbrigði (40), Minus-Afviger.
úrval (43), Udvalg.
úrvalsræktun (43), Dyrkning ved Udvalg.

villiplöntur, vildtvoxende Planter.
villivera (53), vild Organisme.
víxlfrjóvgun (27), Krydsning,

yfirbrigði (40), Plus-Afviger.

ættfrjóvgun (28), Sambyrd.
ættgengi (4), Arvelighed.
ættgengisfar (32), Arvelighedsforhold.
ættliður, Generation.

EFNISYFIRLIT.

		Bls.
I.	Inngangur. Kynlaus og kynjuð æxlun	3
II.	Skyldleiki og sambandið milli skyldleika og getnaðar	24
III.	Ættgengisfar hjá afkvæmum verulegra líkra foreldra	32
IV.	Ættgengisfar hjá afkvæmum verulegra ólíkra foreldra	54
V.	Afstaða ýmsra eiginleika sín á milli	68
VI.	Afstaða æfikjaranna við ættgengið	82
VII.	Uppruni nýrra tegunda, kynunga, stofna o. þ. h.	100